

Б. Н. ГАК

К $\frac{114}{199}$

**ГАЗИФИКАЦИЯ ТОПЛИВА
НА СТЕКОЛЬНЫХ
ЗАВОДАХ**

ПРОМСТРОЙИЗДАТ
Москва 1947

Б. Н. ГАК

К $\frac{114}{199}$

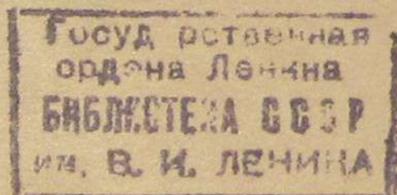
ГАЗИФИКАЦИЯ ТОПЛИВА
НА СТЕКОЛЬНЫХ
ЗАВОДАХ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
Москва 1947

В брошюре даны в доступной для рабочих форме элементарные сведения по топливу и его горению, приведены общие понятия о процессе газификации и устройстве газогенераторов и подробно описаны условия работы, которые должен знать персонал, работающий на газогенераторах.

Кратко освещены вопросы контроля режима газогенераторов, организации труда и техники безопасности.

Брошюра рассчитана на рабочих, обслуживающих газогенераторы на стекольных заводах.



47-70260

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТОПЛИВУ И ЕГО ГОРЕНИЮ

1. Краткое введение

Вопросы газификации топлива занимают одно из важнейших мест в стекольной промышленности, так как успешная работа основных цехов стекольного завода может быть организована лишь при хорошей работе газостанции.

Персонал, обслуживающий газогенераторы, правильной и четкой работой способствует повышению производственных показателей работы завода.

Чтобы яснее представить себе основные процессы, происходящие при газификации топлива, необходимо ознакомиться с некоторыми общими сведениями о веществе и его состояниях, а также о веществах, входящих в состав топлива и продуктов горения.

2. Вещество и его состояние

Все окружающие нас предметы — вода, дерево, камень и т. д. называются физическими телами. То, из чего состоят физические тела, называется веществом.

Вещества могут быть в твердом, жидком и газообразном состоянии.

Твердые тела имеют определенную форму, так как частицы этого вещества настолько прочно соединены между собой, могут быть отделены друг от друга только с усилием (дерево, торф, каменный уголь).

Частицы жидкого вещества слабо соединены между собой и принимают форму сосуда, в котором они находятся (вода, нефть, спирт).

Частицы газообразного вещества не связаны между собой, а, наоборот, стремятся оттолкнуться друг от друга. Отсюда свойство газообразных тел расширяться, заполняя возможно больший объем (воздух, пар и т. д.).

Одни и те же вещества могут при изменении температуры переходить из одного состояния в другое. Вода, например, из жидкого состояния при охлаждении переходит в твёрдое состояние—лёд, а при нагревании—в газообразное состояние—водяной пар. Металлы при нагревании плавятся и из твёрдого состояния переходят в жидкое.

При подготовке топлива к сжиганию, а также в процессе газификации и горения топлива происходят изменения первоначально взятого топлива.

Всякое изменение, происходящее в расположении и состоянии тел, называется явлением.

Различают физические явления, при которых состав вещества, с которым происходит явление, не изменяется (дробление топлива, замерзание воды и т. д.), и химические, при которых как состав вещества, так и наружный вид его совершенно видоизменяются.

При горении топлива, например, получаем новые вещества—газообразные продукты горения, золу и шлаки, совершенно не похожие на сжигаемое топливо.

3. Вещества, входящие в состав топлива и продуктов горения

В состав топлива и продуктов горения входит целый ряд веществ.

Некоторые из них являются простыми, а некоторые—сложными веществами.

Простыми называют такие вещества, которые нельзя разложить на составные части. Примером простых твёрдых веществ могут служить медь, цинк, серебро и т. д. Примером простых газообразных веществ могут служить содержащиеся в воздухе кислород или азот.

Сложными называются вещества, которые состоят из двух или большего количества простых веществ, химически соединённых между собой.

В результате химического соединения разнородных простых веществ образуются сложные вещества, обладающие однородностью, но по свойствам отличающиеся от первоначально взятых простых веществ.

Сложные вещества при определённых условиях могут быть разложены на простые вещества.

В качестве примера сложного вещества можно привести углекислоту, образующуюся при горении топлива в результате хими-

ческого соединения углерода [топлива с кислородом] воздуха.

Некоторые участвующие в процессе горения тела представляют собой механическую смесь двух или более веществ.

В механической смеси, в отличие от сложных тел, отдельные части не соединены химически друг с другом, а только перемешаны.

К числу простых веществ, входящих в состав топлива, относятся углерод, водород, кислород, азот и сера, а к сложным: углекислота, окись углерода, метан, тяжёлые углеводороды, сернистый газ, сероводород и смола.

В состав твёрдых и жидких сортов топлива входит углерод, водород, кислород, азот, сера, влага и зола.

Газообразное топливо содержит углекислоту, окись углерода, водород, азот, кислород, метан, тяжёлые углеводороды, сероводород и смолу.

В продуктах горения (дыме) содержится углекислота, сернистый газ, кислород, азот, а при неудовлетворительном горении также и окись углерода.

Приводим краткую характеристику указанных веществ.

Углерод. В природе углерод встречается в свободном состоянии в виде алмаза и графита. Углерод входит в состав топлива; в чистом виде его можно наблюдать в виде сажи. При горении углерода выделяется тепло.

Водород. Газообразное вещество; встречается в природе преимущественно в связанном состоянии. В соединении с кислородом образует воду. Входит в состав топлива и при горении выделяет тепло.

Кислород. Газообразное вещество; весьма распространённое в природе. В свободном состоянии находится в воздухе. В соединении с водородом даёт воду. Входит в состав топлива. Кислород не горит, но поддерживает горение.

Азот. Газообразное вещество; в свободном состоянии находится в воздухе. Входит также в состав топлива. Азот не горит и горения не поддерживает.

Сера. Твёрдое вещество, довольно распространённое в природе; входит в состав некоторых видов топлива. При горении сера выделяет некоторое количество тепла, однако в топливе является вредной примесью.

Углекислота—газ, образующийся при полном сгорании углерода, при соединении его с кислородом воздуха. Являясь продуктом полного горения, углекислота не горит и горения не поддерживает.

Окись углерода — газ, образующийся при горении углерода с недостаточным доступом к нему кислорода. При соединении с кислородом окись углерода горит с выделением тепла. Окись углерода весьма ядовита.

Метан и тяжёлые углеводороды — газы, содержащие в своём составе углерод и водород в различных соотношениях. Горят с выделением тепла.

Сернистый газ — образуется при соединении серы с кислородом. Обладает удушливым запахом. Является продуктом горения серы, содержащейся в топливе.

Сероводород — газ, являющийся соединением серы с водородом. Сероводород — горючий газ. Содержится в генераторном газе.

Как сероводород, так и сернистый газ являются весьма вредными примесями, так как они разъедают металлические части газогенераторной установки.

При газификации некоторых видов топлива в генераторном газе содержится смола, состоящая из углерода, водорода и кислорода.

4. Основные сведения о топливе

Топливом называют горючие вещества, которые в природе встречаются в массовых количествах и при сжигании выделяют значительные количества тепла.

В промышленности применяется твёрдое, жидкое и газообразное топливо.

К твёрдому топливу относятся дрова, торф, бурые и каменные угли; к жидкому — нефть и продукты её перегонки; к газообразному — различные горючие газы.

Топливо состоит из горючей массы, содержащей углерод, водород, кислород, азот и серу, и негорючей части или балласта.

Углерод и водород — основные части горючей массы топлива, так как при горении они выделяют тепло. Сера входит в состав горючей массы топлива, так как при горении также выделяет тепло.

Негорючая часть топлива, балласт, состоит из влаги и золы, механически примешанных к горючей части топлива.

Чем больше в топливе балласта, тем топливо хуже, т. е. тем меньше оно выделяет тепла.

Негорючая часть топлива, примешанная к нему механически, остаётся в топке после сгорания топлива в виде золы или шлаков. Случается, однако, что температура в топке поднимается выше точки плавления золы; тогда негорючая часть топлива

расплавляется, заликает решётку, мешает проходу воздуха через колосники и затрудняет обслуживание топки.

Натуральное топливо, состоящее из горючей массы и балласта, называется рабочим топливом.

При нагревании топливо распадается на газообразную часть — летучие вещества и на твёрдую часть — кокс.

Летучие вещества представляют собой горючие газы, состоящие из соединения углерода и водорода, а также азота.

При нагревании топлива до высокой температуры летучие вещества воспламеняются и горят ярким пламенем.

При большом содержании летучих веществ топливо легко воспламеняется, горит длинным пламенем, выделяя при немелом сжигании густой чёрный дым.

При малом содержании летучих веществ топливо труднее воспламеняется, горит коротким пламенем, выделяя мало дыма. Поэтому, в зависимости от содержания летучих веществ, топливо разделяют на длиннопламенное и короткопламенное.

После выделения из топлива летучих веществ остаётся чёрная, твёрдая масса, которая называется коксом. В состав кокса входит углерод (горючая масса) и зола (минеральные примеси).

При сжигании всякого топлива выделяется некоторое количество тепла.

Количество тепла, выделяющееся при сжигании 1 кг твёрдого или жидкого топлива или 1 м³ газообразного топлива, называется теплотворной способностью или теплопроизводительностью топлива.

Теплотворная способность измеряется большими калориями (ккал).

Большая калория — единица измерения количества тепла, равная количеству тепла, которое надо затратить для нагрева 1 кг воды на 1° Цельсия.

Разные виды топлива имеют различную теплопроизводительность. Так, например, 1 кг сланцев, сгорая, выделяет 2 000 ккал, а 1 кг мазута — 10 000 ккал. Чем меньше в топливе балласта, тем выше его теплотворная способность; каждый лишний процент влаги и золы снижает её.

Каждый вид топлива загорается при определённой, свойственной этому топливу температуре, называемой температурой воспламенения топлива. Она зависит от состава и свойства топлива, в первую очередь от количества содержащихся в нём летучих веществ: чем последних больше, тем ниже температура воспламенения топлива, тем легче оно загорается.

Для разных видов топлива температура воспламенения колеблется от 300° (дрова) до 700—800° (кокс, антрацит).

Важным свойством угля является шлакуемость, т. е. способность его золы превращаться в расплавленную массу—шлак. Температура плавления золы и шлаков колеблется в пределах от 850° до 1500°. В первом случае золу и шлаки называют легкоплавкими, во втором случае — тугоплавкими.

Расплавленная зола и шлаки могут залить колосниковую решётку и затруднить доступ воздуха в топку. Поэтому шлакуемость топлива влияет на процесс горения и требует более частой очистки топки.

В качестве топлива для стекловаренных печей применяется преимущественно жидкое и газообразное топливо.

Для получения генераторного газа применяются дрова, торф, бурые и каменные угли.

Дрова — один из наиболее распространённых видов топлива.

Низкая теплотворная способность и большая влажность делают нецелесообразной перевозку дров на большие расстояния. Это топливо местного значения.

По внешнему виду дрова сильно отличаются друг от друга, в зависимости от породы. По составу же древесины все дрова почти одинаковы.

Средний состав горючей массы дров приблизительно следующий: углерода 50%, водорода 6,2%, кислорода 43,8%.

Негорючую часть дров составляет в основном влага. В свежесрубленных дровах её содержание доходит до 60%.

После сушки в течение года содержание влаги в дровах снижается до 25—30%. В зависимости от влажности различают дрова сухие, содержащие до 25% влаги, полусухие — 25—35% и сырые — 35—50%.

Серы в дровах нет, золы содержится 1—2%.

Теплотворная способность дров различных пород почти одинакова и зависит в основном от влажности. При 25% влажности теплопроизводительность дров принимается равной 3150 ккал, уменьшаясь с увеличением влажности.

Дрова горят длинным пламенем, так как летучих веществ в них содержится до 85%.

Дрова обычно распиливают на поленья в 0,5, 0,75 и 1,0 м длиной. Их измеряют кубическими метрами. Вес 1 м³ дров зависит от их породы и влажности.

Торф является продуктом разложения под водой мхов и других болотных растений.

Молодой торф представляет собой рыхлую, бурую волокнистую массу. Более старым является смолистый торф, представляющий собой черную или черную массу однородного строения. Этот торф служит переходом к молодым бурым углям.

Торф занимает в СССР огромные площади и в ряде районов служит очень важным видом топлива.

Горючая часть торфа среднего качества содержит приблизительно 58% углерода, 6% водорода и 36% кислорода.

Влажность свежедобытого торфа составляет от 70% до 90%. Такой торф непригоден для сжигания. Его складывают после добычи на болоте и оставляют там до тех пор, пока содержание влаги не упадет до 25—35%.

Средняя зольность торфа может считаться равной 6—8%. Серы в нем содержится около 1%.

Теплотворная способность торфа зависит от его влажности. Влажность нормального торфа составляет 30—35%; теплотворная способность такого торфа равна 2900—3200 ккал.

Каменный уголь. Все каменные угли, как и торф, растительного происхождения.

Процесс образования углей продолжался очень долго, в течение миллионов лет.

В зависимости от возраста, различают три основных типа каменных углей, отличающихся по своим свойствам и составу: бурые угли, каменные угли и антрациты.

Бурые угли — наиболее молодые, антрациты — наиболее старые.

Чем старше уголь, тем больше в нем углерода, тем меньше водорода и кислорода. Следующая таблица характеризует типичный состав основных каменных углей (в %):

	Углерода	Водорода	Кислорода и азота
Бурый уголь	68,1	5,5	26,4
Каменный уголь	83,2	5,1	11,7
Антрацит	94,8	2,4	2,8

Наиболее длиннопламенными являются бурые угли, а самыми короткопламенными — антрациты.

Бурые угли, будучи самыми молодыми, близко подходят к торфу по своему происхождению и составу.

Влажность свежедобытого бурого угля достигает 60%, а после воздушной сушки понижается до 30—35%.

Содержание золы в бурых углях колеблется от 5 до 35%. Содержание серы достигает 2,5%.

Бурые угли обладают низкой теплотворной способностью и горят длинным коптящим пламенем. Они не выдерживают длительного хранения и дальних перевозок, так как подвержены самовозгоранию и являются поэтому местным топливом.

Каменные угли имеют большое значение для промышленности. Состав их и внешний вид меняются в широких пределах.

Антрацит—самый старый из всех видов каменного угля. Он трудно загорается, так как содержит мало летучих веществ и горит почти без пламени, развивая очень высокую температуру. Антрацит очень плотен, поэтому воздух с трудом проникает внутрь горящих кусков. В топки, работающие на антраците, воздух подается при помощи дутья. Главным месторождением антрацита является Донбасс.

Подмосковные каменные угли занимают промежуточное положение между бурыми и каменными углями. Рядовой подмосковный уголь содержит до 30% влаги, 25% золы и от 4 до 8% серы.

Он подвергается самовозгоранию, не переносит длительного хранения, дальних перевозок.

Эти свойства, а также обилие балласта заставляют относить подмосковные угли к местному топливу.

На Урале встречаются как длиннопламенные, так и короткопламенные угли, различные по составу и теплотворной способности. Эти угли широко применяются в промышленности.

В Сибири весьма богат каменным углем Кузнецкий бассейн. Там добываются весьма высокосортные угли. Запасы сибирских углей огромны.

Жидкое топливо. В промышленных печах в качестве жидкого топлива применяется мазут, представляющий собой нефтяные остатки, получаемые после отгонки из сырой нефти бензина и керосина. Мазут представляет собой маслянистую жидкость темнобурого цвета; теплотворная способность его очень высока, достигая 10 000 ккал в 1 кг топлива.

Средний состав мазута: углерода—86%; водорода 12,7%, кислорода и азота—1,3%.

Балласта в мазуте весьма немного: золы 0,3% и влаги 1—2%.

Существует несколько марок мазута, отличающихся между собой по количеству содержащегося в них парафина. Чем больше в мазуте парафина, тем выше температура его застывания. Поэтому повышенное содержание парафина делает его более вязким, ухудшает условия его транспортировки и затрудняет условия его подачи по трубам к форсункам.

Для уменьшения вязкости и увеличения подвижности парафинистые мазуты приходится подогревать.

При сжигании мазутов с высокой температурой застывания подогрев приходится вести и летом.

Газообразное топливо является одним из наилучших видов топлива. Оно прекрасно смешивается с воздухом, в нём отсутствует зола и влага. Для сжигания газа требуется меньше воздуха, чем для сжигания кускового топлива

вследствие чего уменьшается потеря тепла, уносимого отходящими газами.

Газообразное топливо измеряется кубическими метрами.

Различают естественный газ и искусственные газы.

Естественный газ является спутником нефти и обладает высокой теплотворной способностью, достигающей до 9 000 ккал в 1 м³. В СССР в настоящее время естественный газ применяется на стекольном заводе «Дагестанские огни». Намечается также его использование на строящемся Саратовском стекольном заводе.

К группе искусственных газов относятся генераторный газ, светильный, доменный и др.

Для отопления стекловаренных печей применяется, главным образом, генераторный газ.

В состав генераторного газа входят следующие горючие элементы: окись углерода, водород, метан, сероводород и тяжёлые углеводороды. Кроме того, генераторный газ содержит и негорючие элементы: углекислоту, кислород, азот и влагу.

Вопросы получения генераторного газа и характеристика его основных свойств освещены в следующем разделе.

5. Горение топлива. Процессы, происходящие при сжигании топлива

Горением называется соединение горючей части топлива—углерода, водорода и серы—с кислородом воздуха. Это соединение сопровождается выделением тепла и света. Так как для горения необходим кислород, являющийся составной частью воздуха, то процесс горения возможен только при наличии воздуха.

Воздух состоит из $\frac{1}{5}$ части кислорода и $\frac{4}{5}$ частей азота. Кислород для горения необходим, азот же для горения не нужен. Как уже отмечалось, горение начинается после нагревания горючего вещества до температуры воспламенения, различной для каждого топлива. При горении развивается высокая температура, во много раз превышающая температуру воспламенения.

При соединении углерода с кислородом воздуха происходит превращение твердого тела—топлива—в газообразное. Получаемый в результате горения углерода бесцветный газ называется углекислым газом или углекислотой.

При горении углерода выделяется тепло в количестве 8 100 ккал на 1 кг сгоревшего углерода.

Указанный процесс горения происходит в том случае, если подводится достаточное количество воздуха, а следовательно, и кислорода. В этом случае углерод сгорает полностью, превращаясь в углекислоту, и происходит наибольшее выделение тепла. Такое горение называется полным горением.

Если воздуха к топливу подводится недостаточно, то сгореть и превратиться в углекислоту может не весь углерод; горение части углерода будет протекать иначе, и наряду с углекислотой образуется газ, который называется окисью углерода, или угарным газом.

При сгорании углерода в окись углерода выделяется только 2400 ккал на 1 кг сгоревшего углерода.

Такое горение называется неполным горением.

Если к окиси углерода подвести еще некоторое количество кислорода (воздуха), то она приобретает способность гореть и давать продукт полного горения — углекислоту. При этом произойдет дополнительное выделение тепла в количестве 5700 ккал на 1 кг углерода.

В процессе горения топлива в топках часть углерода может остаться несгоревшей в золе или оказаться унесенной с дымовыми газами в виде сажи.

При соединении водорода с кислородом воздуха образуется вода, которая под влиянием высокой температуры в топке и превращается в водяные пары. При сгорании 1 кг водорода выделяется 28700 ккал.

В результате соединения серы с кислородом воздуха образуется сернистый газ. При сгорании 1 кг серы выделяется 2500 ккал.

Таким образом, если при горении подводить в топку достаточное количество воздуха, то все горючие части топлива соединяются с кислородом и образуют продукты полного сгорания — углекислоту, водяные пары и сернистый газ.

Если же воздуха будет недостаточно, то одна часть углерода топлива сгорит в углекислоту, другая его часть сгорит в окись углерода, а третья, в виде сажи, может остаться несгоревшей; в этом случае углерод выделяет только часть тепла, а остальное тепло теряется.

Вот почему, во избежание потерь тепла, необходимо стремиться, чтобы в топках полного горения происходило полное сгорание топлива.

В некоторых случаях в специальных топках (называемых полугазовыми) стремятся искусственно получить продукты неполного горения.

Точно так же в газогенераторах получают продукты неполного горения, которые дожигаются после поступления газов в стекловаренную или другую печь. При догорании продуктов неполного горения в печи выделяется, как уже говорилось, дополнительное количество тепла, что способствует повышению температуры в печи.

Процесс горения заброшенного в топку топлива распадается на несколько частей:

1. Подсушка топлива. При нагреве топлива до 100° из него начинает испаряться влага и оно начинает подсушиваться. Так как при этом происходит понижение температуры топки, топливо, имеющее большую влажность, надо забрасывать в топку небольшими порциями.

2. Выделение летучих веществ. После того как топливо будет нагрето, примерно, до 300°, начинается выделение летучих веществ — углеводородов. Топливо распадается на твердую часть, или кокс, и летучие газы. Выделяющиеся из топлива летучие вещества горят в пределах топочного пространства. При достаточном количестве кислорода (воздуха) углеводороды сгорают полностью, образуя углекислый газ и водяные пары. При недостаточном поступлении воздуха углерод не сгорает, а в виде сажи уносится в трубу, окрашивая дым в чёрный цвет.

3. Горение кокса в слое. После выделения летучих веществ остается твердый остаток — кокс, содержащий углерод, серу и золу. Когда температура приблизится к 700°, кокс загорается.

При достаточном количестве воздуха углерод сгорает полностью и в топке остаются лишь зола и шлаки.

При недостатке воздуха часть углерода сгорает в углекислоту, другая часть — в окись углерода, а часть остается несгоревшей, смешавшись со шлаком и золой.

Сжигание топлива в промышленных печах производится либо в выносных топках, либо оно предварительно газифицируется в газогенераторах, а генераторный газ сжигается в печи.

Выносные топки разделяют на топки полного горения и на полугазовые.

В топках полного горения процесс горения заканчивается в самой топке. Дымовые газы с высокой температурой поступают в печь и отдают часть тепла обжигаемому материалу, а другую часть уносят с собой в дымовую трубу.

В полугазовых топках происходит неполное горение топлива. Образующиеся при этом продукты горения содержат значительное количество окиси углерода.

При газификации топлива в газогенераторах получают генераторный газ, который содержит значительное количество окиси углерода и водорода, дожигание которых производится в печи.

Для сжигания каждого из горючих элементов топлива нужно строго определённое количество кислорода.

Кислород составляет, как известно, около одной пятой части общего объема воздуха. Отсюда следует, что объем воздуха, который надо подвести для нормального горения топлива, должен быть в пять раз больше требуемого объема кислорода.

Количество необходимого для горения воздуха исчисляется обычно в кубических метрах.

На сжигание 1 кг углерода требуется	8,98 м ³	воздуха,
» » » водорода	26,54 »	»
« » » серы	3,33 »	»

Процентное содержание углерода, водорода и серы различно в разных видах топлива. Следовательно, количество воздуха, необходимое для сжигания 1 кг топлива, будет зависеть от того, в какой пропорции содержатся в топливе эти три элемента.

Потребное количество воздуха легко подсчитать, руководствуясь только что приведенными цифрами. В результате такого подсчёта мы получим так называемый теоретический расход воздуха на сжигание 1 кг топлива.

Теоретический расход воздуха для сжигания 1 кг различных видов топлива характеризуется следующими цифрами:

Дрова сырые	от 2,4 до 3,2 м ³
» воздушно-сухие	4,6 »
Торф воздушно-сухой	5,8 »
Бурый уголь сухой	7,0 »
Каменный уголь (тощий)	8,0 »
» » (жирный)	8,9 »
Антрацит	9,0 »
Мазут	10,8 »

При сжигании генераторного газа теоретический расход воздуха составляет 0,8—1,25 м³ на 1 м³ генераторного газа.

Однако в топках и печах никогда не происходит настолько хорошее перемешивание горючих веществ топлива с возду-

хом, при котором последний отдаёт для горения весь содержащийся в нем кислород.

Вот почему приведенные нормы теоретического расхода воздуха оказываются на практике недостаточными, т. е. если подвести в топку или печь только то количество воздуха, которое строго соответствует теоретическому, то горение будет неполным.

Так как неполнота горения вызывает большие потери тепла, то для достижения полного горения надо всегда работать с некоторым избытком воздуха; при этом горение идет быстрее. Избыточная часть воздуха уходит в дымовую трубу вместе с дымовыми газами в свободном состоянии, т. е. не войдя в соединение с горючими веществами топлива. Поэтому действительное количество воздуха, расходуемое на сжигание 1 кг топлива, всегда будет больше теоретически необходимого. Число, показывающее, во сколько раз действительный расход воздуха больше теоретического, называется коэффициентом избытка воздуха (отношение действительного объёма воздуха к теоретически необходимому).

Если процесс горения происходит с недостатком воздуха, то коэффициент избытка воздуха будет меньше единицы, в противном случае этот коэффициент будет больше единицы.

В последнем случае в составе дымовых газов содержится свободный кислород. Избыток воздуха в дымовых газах может быть определён специальным прибором—газоанализатором, который даёт возможность установить содержание в газах углекислоты, окиси углерода и кислорода.

Зная содержание в дыме кислорода, можно легко подсчитать избыток воздуха.

Практически необходимый избыток воздуха зависит от вида топлива, устройства топки или печи и ряда других обстоятельств. Одно и то же топливо в различных топках требует различного избытка воздуха.

Ниже приводятся средние коэффициенты избытка воздуха для различных видов топлива при полном горении.

Дрова	1,25—1,35
Торф	1,25—1,35
Подмосковные и бурые угли (в различных топках)	1,30—1,80
Каменный уголь на ручной топке	1,50—1,70
Антрацит на ручной топке	1,40—1,45
Мазут	1,10—1,20
Газообразное топливо	1,10—1,25

II. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ПРОЦЕССЕ ГАЗИФИКАЦИИ

1. Получение генераторного газа и основы процесса газификации

Для отопления стекловаренных печей применяется, как было указано, главным образом, генераторный газ.

Применение генераторного газа дает возможность получить в печи высокие температуры даже в том случае, если для газификации употребляется низкосортное топливо со значительным содержанием балласта.

Возможность получения в этом случае более высоких температур, чем при непосредственном сжигании низкосортного топлива в топках, объясняется тем, что при сжигании газа в значительной мере используется тепло дымовых газов.

В большинстве промышленных печей, особенно в печах промышленности строительных материалов, работающих на топках полного горения или полугазовых, температура дыма у трубы очень высока и в некоторых случаях достигает $700-800^{\circ}$. При сжигании же газа в стекловаренных печах температура дыма у трубы приближается к 300° . Часть тепла, содержащегося в дымовых газах, используется для нагревания газа и воздуха в регенераторах, что дает возможность значительно повысить температуру в печи.

Кроме того, для сжигания газа требуется меньше воздуха, чем для сжигания твердого топлива, что дает возможность уменьшить потери тепла с отходящими газами.

Указанные обстоятельства, а также отсутствие в газе золы и влаги дают основание считать генераторный газ одним из лучших видов топлива.

При газификации твердого топлива его превращают в газ в специальных шахтах, которые называют газогенераторами.

В нижней части газогенератора обычно имеется колосниковая решётка, на которой топливо располагается высоким слоем; высота слоя зависит от вида применяемого топлива.

Топливо загружается в генератор сверху через специальные загрузочные приспособления. Необходимый для газификации

воздух (а в некоторых случаях смесь воздуха с паром) подводится под колосниковую решётку и распределяется по всему сечению газогенератора. Колосниковая решётка служит также для удаления образующихся в нижней части газогенератора золы и шлака.

Получаемый в генераторе газ отводится из шахты в газопровод через газоотводящую трубу, которая находится в верхней части газогенератора.

Если во время работы газогенератора через шуровочные отверстия опустить железную штангу, достигающую колосниковой решётки, и вынуть ее через 5—6 мин. из газогенератора, то по ее высоте можно наблюдать различный накал. Отсюда можно заключить, что по высоте генератора имеется несколько слоёв различной толщины с разными температурами. Эти слои называют зонами.

В газогенераторе различают следующие основные зоны, характеризующие процесс газификации (рис. 1):

- 1) зона подсушки,
- 2) зона сухой перегонки,
- 3) зона газификации,
- 4) зона золы и шлака.

Основные процессы, происходящие в каждой зоне, сводятся к следующему:

В зоне подсушки, расположенной в верхней части шахты, происходит подсушка и предварительный подогрев топлива за счёт газа, образовавшегося в нижних зонах генератора и имеющего высокую температуру.

В зоне сухой перегонки, расположенной под зоной подсушки, происходит выделение из топлива летучих за счёт тепла, поступающего из нижних зон генератора. В этой зоне выделяются газы, смоляные пары и т. д. После удаления из топлива продуктов сухой перегонки остаётся кокс, который поступает в зону газификации.

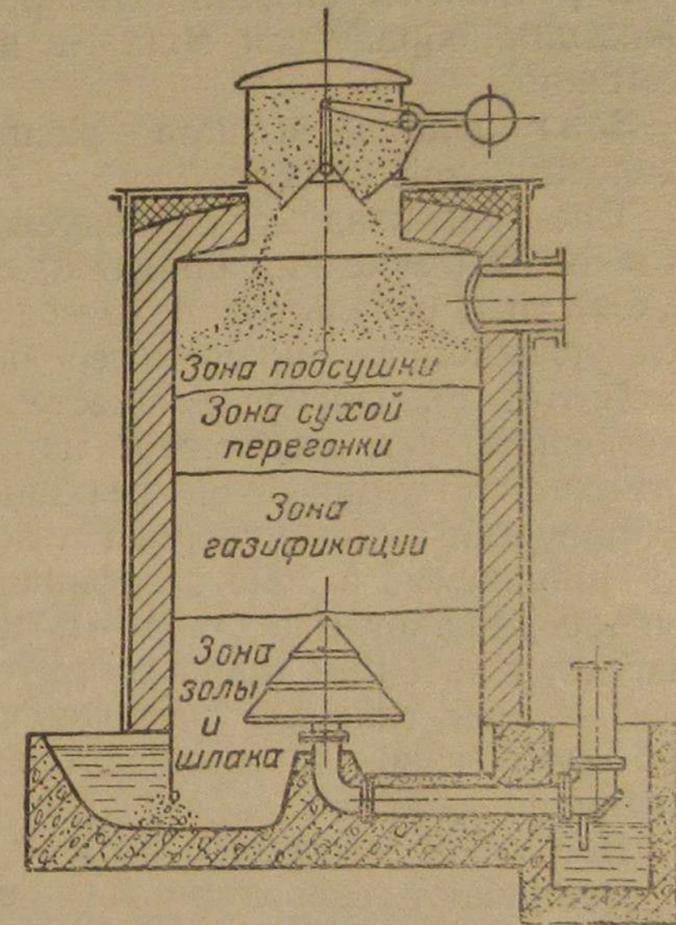


Рис. 1. Схема процесса газификации и расположения зон

В зоне газификации кокс вступает в реакцию с поступающим снизу воздухом или со смесью воздуха с паром, в результате чего в этой зоне идет процесс получения газа.

В том случае, если в генератор подводится только воздух, в нижней части зоны газификации происходит горение углерода кокса и образование углекислоты с значительным выделением тепла. Поднимаясь выше (в верхнюю часть зоны газификации, прилегающей к зоне сухой перегонки), углекислота соприкасается с раскалённым углеродом. При этом происходит образование окиси углерода—главной составной части генераторного газа.

В результате сгорания углерода в нижней части зоны газификации образуется зола и шлаки (частично несгоревшее топливо).

Зона золы и шлаков расположена непосредственно на колосниковой решётке.

Так как воздух, расходуемый на газификацию топлива, содержит кроме кислорода, идущего на горение топлива, ещё азот, то в результате процесса в зоне газификации образуется углекислота, окись углерода и азот.

В том случае, если вместе с воздухом подводится под колосниковую решётку и пар, то в зоне газификации в результате химической реакции водяного пара с углеродом образуется окись углерода и водород.

Получаемые в зоне газификации газы—углекислота, окись углерода, азот и водород—поднимаются в зону сухой перегонки, где к ним присоединяются продукты сухой перегонки—метан, тяжёлые углеводороды, пары смолы и пары воды. К смеси газов примешивается также некоторое количество пыли из топлива.

Вся смесь поступает в газопровод.

Различают генераторный газ воздушный, водяной и смешанный (паровоздушный), в зависимости от способа его получения.

При подводе к зоне горения для газификации только воздуха получают воздушный газ.

При подводе к зоне горения водяного пара получают водяной газ. Так как для разложения пара в зоне горения затрачивается тепло, то при получении водяного газа процесс газификации ведут следующим образом: вначале в генератор подводят воздух; когда температура слоя за счёт сгорания углерода повысится, прекращают подачу воздуха и начинают подвод пара; когда температура в слое в результате разложения пара понизится, снова начинают подвод воздуха, далее подвод пара и т. д.

Для получения смешанного газа в зону горения подводят смесь паровоздушного дутья. Количество пара и воздуха регулируется (см. ниже).

По составу воздушный, водяной и смешанный газы отличаются друг от друга. В воздушном газе содержится значительное количество азота, в водяном—значительное количество водорода; смешанный газ является промежуточным.

В соответствии с составом воздушный газ обладает наиболее низкой теплотворной способностью, водяной газ наиболее высокой; теплотворная способность смешанного газа является средней между воздушным и водяным.

При подводе пара к зоне горения и умелом его регулировании, кроме повышения содержания в газе окиси углерода и водорода, достигается также возможность уменьшить шлакование топлива, что улучшает условия подачи воздуха и уменьшает потери горючего в шлаке.

Кроме этого, достигается возможность получения в генераторе такой температуры, которая способствует уменьшению потерь тепла при процессе газификации.

Весьма значительное влияние на качество газа и на производительность газогенератора оказывает температура в зоне газификации, равномерность обтекания кусков топлива воздушным, паровоздушным и газовым потоками и высота слоя топлива.

В зоне горения (газификации) необходимо поддерживать такую температуру, которая дала бы возможность получить хороший газ и наименьшую шлакуемость.

Следует учесть, что при низкой температуре качество газа ухудшается, а при очень высокой—увеличивается шлакуемость топлива, что ухудшает доступ воздуха к частицам топлива.

Температура в газогенераторе обычно изменяется в зависимости от вида топлива и температуры плавления золы и колеблется от 1100 до 1300°.

Общая высота слоя топлива, а также высота отдельных зон зависит от типа газогенератора, вида применяемого топлива и его влажности.

При высоком слое топлива температура газа, уходящего из газогенератора, ниже, так как при прохождении через слой топлива газ отдаёт больше тепла.

Наиболее целесообразная высота слоя топлива для получения большой производительности генератора и газа хорошего качества устанавливается в каждом случае опытным путем.

На температуру выходящего из генератора газа влияет также влажность газифицируемого топлива.

Средний состав генераторного газа и высота слоя дров, торфа и каменного угля даны ниже.

2. Устройство газогенераторов

В зависимости от вида газифицируемого топлива применяются газогенераторы различных конструкций, отличающиеся друг от друга устройством отдельных частей.

Прежде чем перейти к краткому описанию конструкции газогенераторов, применяемых на стекольных заводах для газификации дров, торфа и каменного угля, следует остановиться на описании основных элементов самого газогенератора.

Как указывалось, газификация топлива производится толстым слоем в специальной шахте. Топливо поступает в шахту сверху через загрузочное приспособление и располагается на колосниковой решётке, находящейся внизу шахты. Решётка служит также для распределения воздуха и пара, подводимых снизу, и для удаления шлаков. Газ отводится в верхней части генератора и поступает в газопроводы.

Таким образом основными частями газогенератора являются:

- 1) шахта,
- 2) загрузочное приспособление,
- 3) колосниковая решётка,
- 4) устройство для подачи воздуха или паровоздушной смеси (вентиляторы и воздухопроводы);
- 5) вспомогательные устройства (газопроводы; аппараты для осушки и очистки газа и т. д.).

В некоторых конструкциях имеются еще дополнительные приспособления (механическая шуровка, устройства для предупреждения выбивания газа и т. д.).

Для газификации дров иногда применяют самодувные газогенераторы (без дутья).

Для влажного торфа, который газифицируют в толстом слое, а также для каменных углей, представляющих значительное сопротивление газовому потоку вследствие шлакуемости, спекаемости и малых размеров кусков топлива, применяются газогенераторы с искусственным дутьем; в этих газогенераторах нижнюю часть шахты закрывают и подводят дутье вентилятором через воздухопроводы.

Шахта газогенераторов выполняется либо полностью из кирпича, либо из металлического кожуха с кирпичной футеровкой внутри.

Кирпичные газогенераторы имеют прямоугольную форму и обычно устанавливаются по несколько штук вместе, что дает экономию материала и места. Наружные стены генераторов выкладываются из красного кирпича, внутренняя футеровка—из огнеупорного. Для устойчивости газогенератора его стягивают металлическим каркасом. Шахта генератора перекрывается кирпичным сводом.

Газогенераторы с железным кожухом имеют круглую форму. Внутри газогенератор футеруется огнеупорным кирпичом. Вследствие значительной плотности футеровки и кожуха устраняется опасность проникания газа наружу через неплотности даже при работе на повышенном давлении. Газогенераторы с железным кожухом устанавливаются по одному (отдельно). Кирпичный свод газогенератора перекрывается металлической плитой.

Для разбивания образующихся комьев спекшегося топлива и шлака, заделывания прогаров, разравнивания слоя и т. д. шахты снабжаются шуровочными отверстиями. Кроме того, предусматриваются специальные люки, через которые можно проникать внутрь генератора, а в прямоугольных газогенераторах—также проёмы для обслуживания решётки.

В случае применения искусственного дутья, для устранения возможности выхода воздуха, нижнюю часть газогенератора уплотняют устройством специальных дверок и кожухов (сухое уплотнение) либо водяным затвором. В последнем случае достигается возможность чистки газогенератора на ходу путем выгреба шлака через водяной затвор.

Для предупреждения приваривания шлаков к футеровке и увеличения её устойчивости газогенераторы с железными кожухами иногда снабжаются охлаждающими рубашками (водяными или паро-водяными).

Рисунки кирпичного самодувного генератора и генератора с железным кожухом и искусственным дутьем даны ниже при описании газификации отдельных видов топлива.

Загрузочные приспособления. Для равномерного распределения топлива по сечению шахты и устранения возможности выбивания газа из шахты при загрузке топлива применяют загрузочные коробки.

Существуют различные конструкции загрузочных коробок, которые дают возможность в большей или меньшей степени разобщить шахту от атмосферы при загрузке топлива, т. е. большую или меньшую потерю газа вследствие выхода его в атмосферу.

Здесь мы кратко опишем только конструкцию загрузочных коробок с двумя клапанами для дров, торфа и каменного угля.

На рис. 2 показана прямоугольная загрузочная коробка с двойным затвором для загрузки дров. В нижней части загрузочной коробки имеются плоские чугунные языки, которые могут подниматься и опускаться при соответствующем повороте рычагов с противовесами. В верхней части загрузочной коробки имеется крышка с водяным затвором. Крышку поднимают и опускают посредством рычага с противовесом.

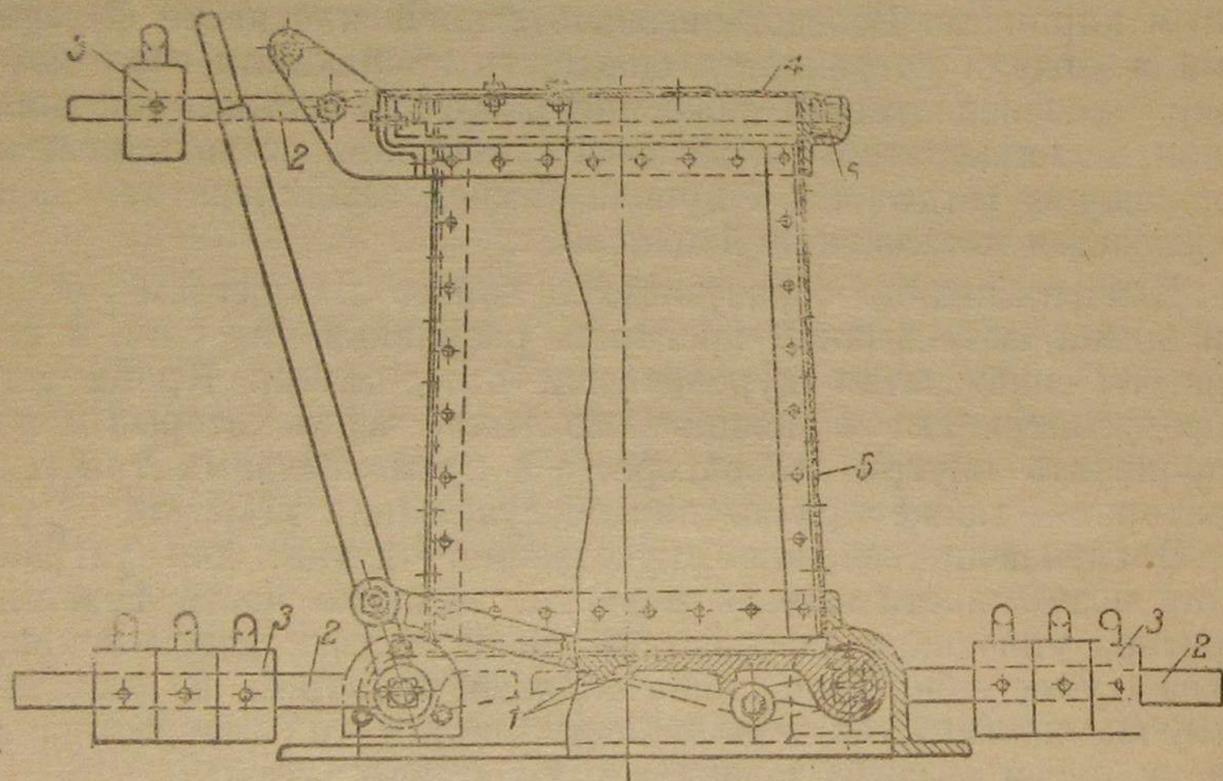


Рис. 2. Загрузочная коробка для дров

1—чугунные языки; 2—рычаги; 3—противовесы; 4—верхняя крышка; 5—водяной затвор; 6— загрузочная коробка

Для загрузки очередной порции топлива поднимают верхнюю крышку загрузочной коробки. В это время нижние языки коробки закрыты и газогенератор разобщен с атмосферой.

После заполнения коробки топливом, верхнюю крышку закрывают и открывают нижние чугунные языки; при этом топливо падает в газогенератор. При закрытой верхней крышке водяной затвор не дает возможности просачиваться газу наружу. При открытой верхней крышке возможно выбивание газа из газогенератора вследствие недостаточной плотности нижнего затвора.

Для каменного угля и торфа применяются круглые загрузочные коробки (рис. 3). Как и загрузочные коробки для

дров, они снабжены двумя затворами, которые также открываются и закрываются при помощи рычагов с противовесами.

В отличие от прямоугольных загрузочных устройств в круглых загрузочных коробках нижний клапан имеет коническую форму, благодаря чему достигается большая плотность прижима нижнего затвора к самой коробке, и следовательно, уменьшение возможности утечки газа.

Коническая форма нижнего клапана даёт также возможность производить регулирование распределения топлива по сечению шахты путем изменения скорости опускания конуса.

В случае применения описанных загрузочных приспособлений топливо загружается в шахту периодически, вследствие чего состав газа по времени меняется. После загрузки в газе образуется много влаги и летучих веществ; спустя некоторое

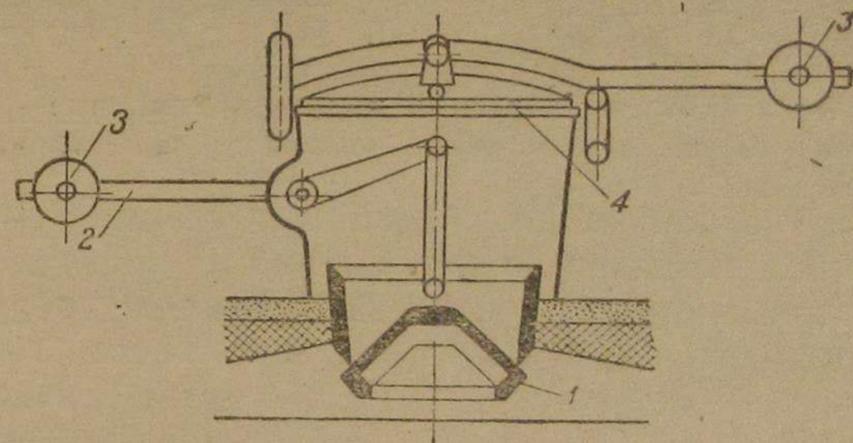


Рис. 3. Загрузочная коробка для каменного угля и торфа

1—нижний конический клапан; 2—рычаги; 3—противовесы; 4—верхняя крышка

время увеличивается содержание окиси углерода, а перед очередной загрузкой повышается содержание углекислоты.

Колебания состава газа тем заметнее, чем продолжительнее перерывы между загрузками.

На больших газогенераторах устанавливают автоматические питатели, устраняющие необходимость периодического питания газогенератора топливом.

На рис. 4 показан автоматический питатель газогенератора Вельмана.

Топливо поступает в верхнюю часть питателя из бункера. При повороте верхнего барабана с лопастями топливо поступает ко второму, нижнему барабану, и при повороте последнего сыпается в газогенератор.

Количество загружаемого топлива регулируется скоростью вращения барабана.

В случае применения автоматических питателей равномерность распределения топлива по сечению генератора достигается применением специальных шуровочных приспособлений.

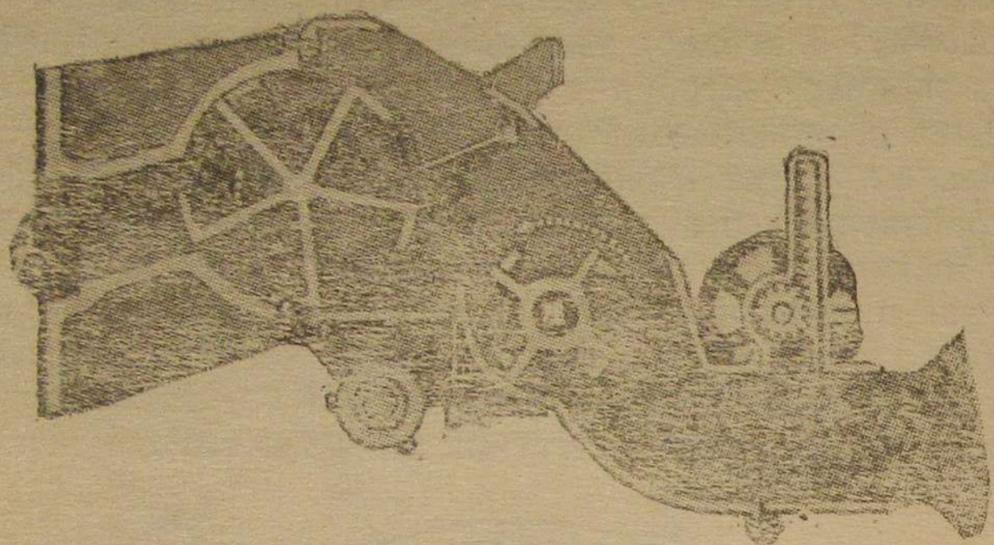


Рис. 4. Автоматический питатель Вельмана

1—верхний барабан с лопастями; 2—нижний барабан с лопастями

При работе с автоматическими питателями уменьшается количество обслуживающего персонала.

В случае применения ручных загрузочных устройств при опускании нижнего конуса коробка заполняется газом, кото-

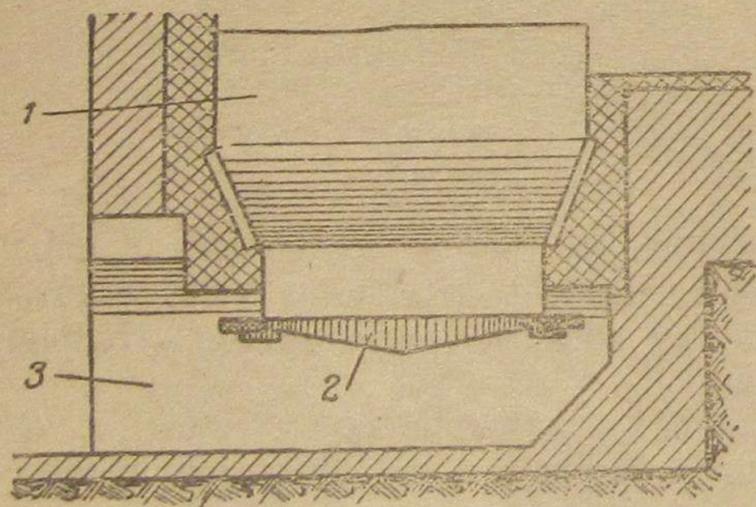


Рис. 5. Нижняя часть газогенератора с горизонтальной колосниковой решёткой

1—шахта газогенератора; 2—горизонтальные колосники; 3—поддувало

рый впоследствии, при открывании верхней крышки, попадает в помещение. Проникание газа наружу возможно также и при наличии неплотностей в коробках, а также при работе с автоматическими питателями.

Для уменьшения выделения газа следует всемерно стремиться к соответствующему уплотнению загрузочных коробок и затворов.

Колосниковые решётки. По типу колосниковых решёток различают генераторы с неподвижной и с вращающейся решёткой.

Неподвижные колосниковые решётки в свою очередь бывают горизонтальными, ступенчатыми, крышеобразными, наклонными и т. д.

Нижняя часть генератора с горизонтальной решёткой для газификации дров показана на рис. 5. Как видно из рисунка, подача воздуха и очистка от золы и шлаков производится через поддувало.

На рис. 6 представлена нижняя часть генератора со ступенчатой колосниковой решёткой, пригодной для газификации мелкого топлива, так как через щели колосников невозможен значительный провал топлива.

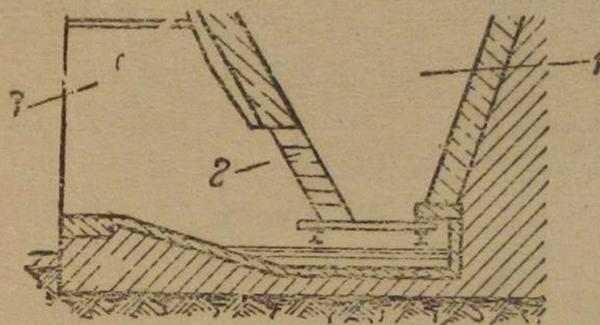


Рис. 6. Нижняя часть газогенератора со ступенчатой колосниковой решёткой

1—шахта газогенератора; 2—ступенчатые колосники; 3—поддувало

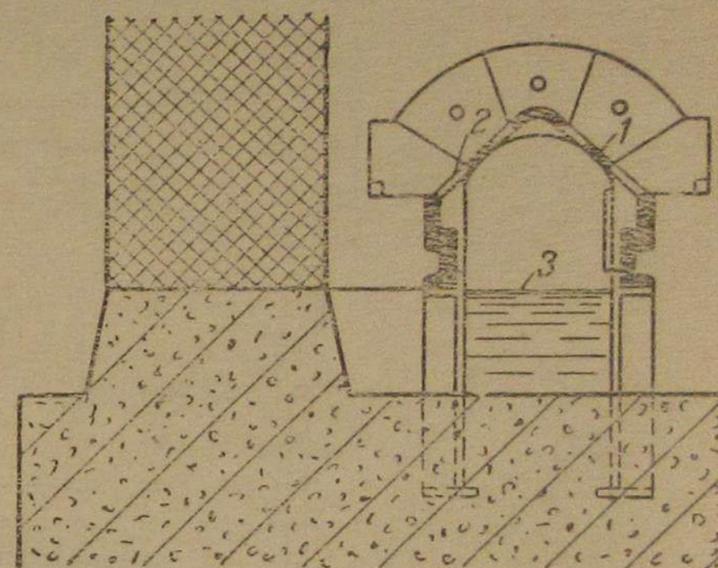


Рис. 7. Крышеобразная колосниковая решётка

1—колосник; 2—отверстия для подвода воздуха; 3—поддувало

Установка колосников под определённым углом способствует равномерному опусканию топлива по мере его прогорания.

В некоторых случаях ступенчатые колосники заменяются наклонными. В случае применения наклонных колосников провал топлива повышается.

Для увеличения площади колосниковой решётки ступенчатые колосники иногда устанавливают в комбинации с горизонтальными.

В газогенераторах с крышеобразной решёткой (рис. 7) подвод воздуха производится через отверстия, равномерно распределённые по решётке. Выгреб золы и шлаков производится периодически из-под решётки (по мере их накопления на последней).

Генераторы с крышеобразной решёткой применяются при газификации торфа.

В газогенераторах со вращающимися колосниковыми решётками очистка газогенератора от золы и шлаков механизирована.

Не останавливаясь подробно на описании вращающихся колосниковых решёток (имеется значительное количество конструкций), укажем лишь основные преимущества их применения и приведем краткое описание одной конструкции.

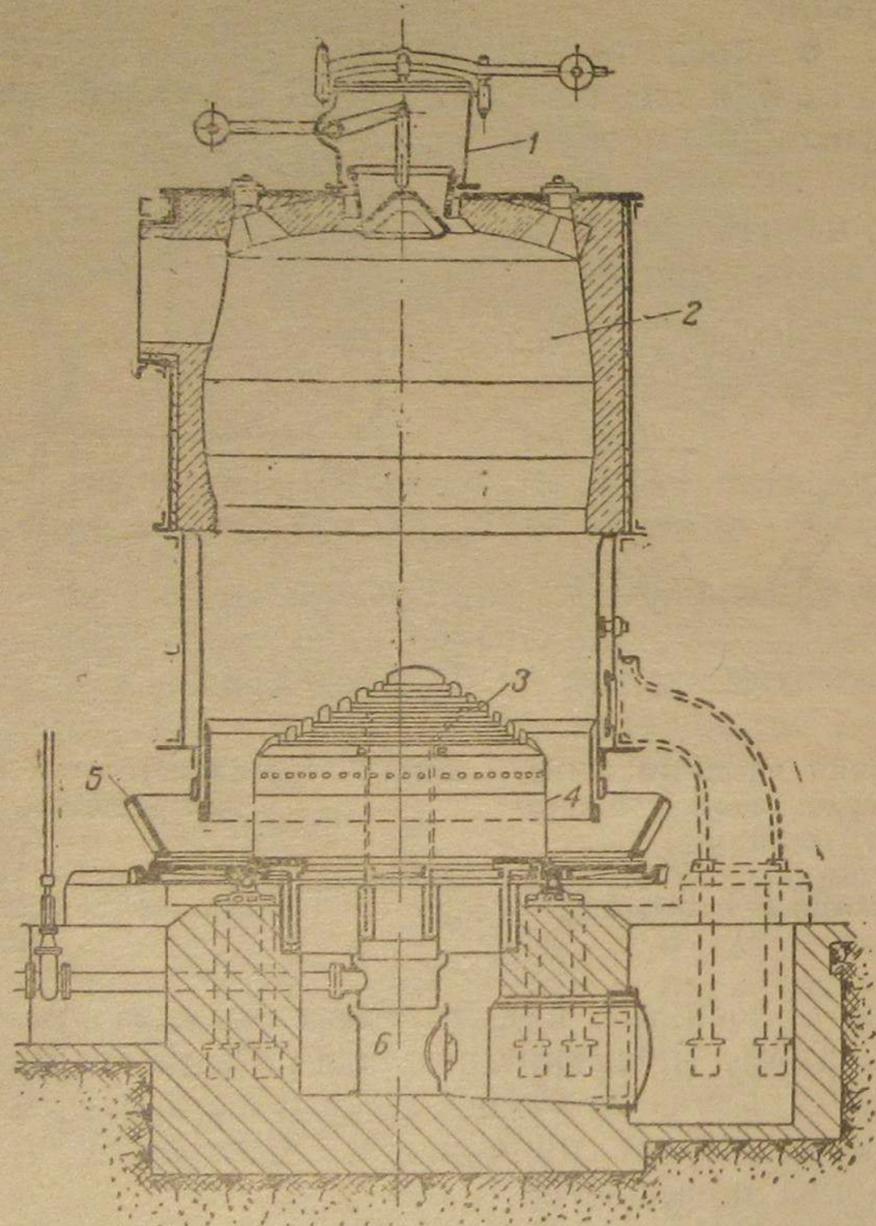


Рис. 8. Газогенератор типа Керпели с вращающейся решёткой

1—загрузочная коробка; 2—шахта газогенератора; 3—колосники; 4—основание колосниковой решётки; 5—чугунная чаша; 6—подвод дутья под колосниковую решётку

На рис. 8 показан круглый газогенератор типа Керпели для газификации каменного угля со вращающейся колосниковой решёткой.

Нижняя часть слоя топлива лежит на специальной чугунной чаше и на колосниковой решётке, установленной на чаше.

Чаша вместе с решёткой приводится во вращение. Скорость вращения чаши может изменяться в зависимости от количества золы и шлака.

При вращении чаши крупные куски шлака разламываются; зола и шлаки перемещаются к краю чаши, откуда они и сбрасываются. Специальным устройством воздух подаётся вентилятором под решётку и поступает в шахту через прозоры между колосниками.

Вращающиеся решётки значительно облегчают условия труда обслуживающего персонала, поскольку тяжёлая работа по очистке производится решёткой. Кроме того, значительно повышаются основные показатели работы газогенератора, благодаря большей равномерности процесса, хорошему распределению дутья по сечению генератора, непрерывному и равномерному удалению шлаков.

Устройства для подачи воздуха или паровоздушной смеси.

В случае применения газогенераторов с искусственным дутьём подача воздуха под давлением производится центробежными вентиляторами, которые нагнетают воздух под колосниковую решётку через металлические воздухопроводы.

Для регулирования количества подводимого воздуха на воздухопроводах предусматриваются специальные задвижки или клапаны.

Так как при случайной остановке вентилятора возможно проникание газа в воздухопровод, что грозит образованием взрывчатой смеси воздуха с газом и взрывом (см. ниже), на воздухопроводах устанавливают предохранительные клапаны, которые при взрыве открываются и выпускают образовавшиеся продукты наружу.

Этот клапан может служить также для продувки воздухопровода перед пуском воздуха в газогенератор или в том случае, если предполагается наличие в воздухопроводе смеси газа с воздухом.

Кроме того, для устранения возможности проникания газа в воздухопровод при падении в нём давления, устанавливается обратный клапан. При достаточном давлении воздуха клапан поднят и пропускает воздух в генератор; при падении давления клапан закрывается и отключает воздухопровод от генератора.

При работе с паровоздушным дутьём пар подводится паропроводом и подаётся у генератора в воздухопровод, где

он смешивается с воздухом и в виде паровоздушной смеси поступает под колосники газогенератора.

Вспомогательные устройства.

По выходе из газогенератора газ поступает в коллектор (газосборник), откуда через газопроводы отводится к аппаратам для очистки или к печам.

В случае применения неочищенного газа, содержащего смолистые вещества, в некоторых случаях устраиваются кирпичные газопроводы.

Закупорка смолой трещин кладки устраняет возможность просачивания наружу газа, находящегося в газопроводе под давлением.

Кирпичные газопроводы располагаются обычно под землёй. Для очистки подземных газопроводов их снабжают специальными прямыми. Выделяющаяся из газа пыль скапливается в особых колодцах.

Более удобными для очистки и осмотра и более плотными являются металлические газопроводы, которые изготавливаются из железа и располагаются на некоторой высоте над землёй на особых стойках. В металлических газопроводах допускаются большие давления газа.

В случае подачи газа с высокой температурой металлические газопроводы футеруются огнеупорным кирпичом, а в некоторых случаях изолируются. Очистка металлических газопроводов от пыли и сажи может производиться с помощью особых клапанов.

В случае применения газа с низкой температурой возможно выделение из газа влаги и смолистых веществ. Для их удаления в специальных точках газопроводов устанавливаются специальные горшки, допускающие удаление осадков на ходу.

У газогенератора, а также на концах газопроводов устраиваются специальные выхлопные трубы (пусковые трубы, свечи), которые дают возможность выпускать воздух, газ либо взрывчатую смесь при пуске газогенератора или в случае неполадок.

Для включения генераторов или их выключения от газопроводов применяют гидравлические затворы, тарельчатые клапаны и шиберы. Гидравлические затворы бывают различных типов, они просты по устройству и обслуживанию и применяются преимущественно для включения и выключения.

Тарельчатые клапаны дают большую плотность и применяются не только для включения и выключения, но и для регулирования количества газа.

Тарельчатые клапаны дают достаточную плотность даже при высокой температуре газа и могут применяться при неочищенном газе.

При небольших давлениях для включения и выключения газа иногда применяют обыкновенные шиберы, которые, однако, недостаточно плотны. При больших давлениях применение шиберов не рекомендуется.

Весьма серьёзной деталью газогенераторной установки являются предохранительные клапаны, устанавливаемые в различных частях установки.

Предохранительные клапаны устанавливаются с целью выпуска газов, которые могут образоваться при взрыве.

Взрывы в газогенераторных установках возможны при образовании смеси газа и воздуха в определенном соотношении и поджигании этой смеси¹.

Предохранительные клапаны бывают разных типов. При взрыве клапаны открываются, выпуская продукты взрыва наружу, и затем вновь захлопываются.

Чистка и осмотр газопроводов также может производиться через предохранительные клапаны.

Для уменьшения содержания влаги в генераторном газе в случае применения влажного топлива производят осушку газа. Снижение количества водяных паров в газе повышает его теплотворную способность и температуру печи.

Осушка газа производится в специальных устройствах, называемых скрубберами, в которых газ охлаждается вследствие орошения его холодной водой.

При охлаждении газа происходит выделение содержащейся в нём влаги, а также конденсируются пары смолы, содержащиеся в газе.

Газ, подаваемый к печам, подвергается либо сухой, либо мокрой очистке. Целью очистки газа является освобождение его от пыли и смолы.

В случае расположения печи на близком расстоянии от генератора, когда газ подается в печь с высокой температурой, производят сухую очистку его для удаления пыли, сажи и некоторого количества смолы. В этом случае в печь поступает горячий неочищенный газ. Удаление пыли из газопроводов, как указывалось, производится через специальные клапаны (в металлических газопроводах) или через особые прямки (в кирпичных газопроводах).

При подаче газа на значительные расстояния применяют

¹ Более подробно см. раздел техники безопасности.

мокрую очистку газа, дающую лучшие результаты. Применением мокрой очистки достигается одновременно и осушка газа. Для мокрой очистки применяют те же скрубберы, что и для осушки газа.

Если газифицируемое топливо содержит много смолистых веществ, то до мокрой очистки газа в специальных аппаратах производится улавливание смолы, что дает возможность получать чистую смолу и не загрязнять промывных вод скруббера смолой, которая конденсируется при охлаждении газа.

В установках с мокрой очисткой получают очищенный газ.

На некоторых стекольных заводах, работающих на спекающихся каменных углях, установлены газогенераторы с автоматическим шуровочным приспособлением. В газогенераторе Вельмана, например, в верхней части шахты газогенератора, имеется шуровочный лом, который разравнивает слой топлива и непрерывными колебаниями при одновременном вращении шахты газогенератора предупреждает его спекание.

Из дополнительных приспособлений можно еще указать на применение паровых завес, которые препятствуют выделению газа при открывании отверстий газогенератора для обслуживания. Выпуском струи пара с большой скоростью над отверстием создается паровая завеса, которая препятствует выходу газа наружу.

3. Газификация дров, торфа и каменного угля

Для получения генераторного газа применяют дрова, торф, бурые и каменные угли, антрацит и кокс.

В стекольной промышленности СССР газифицируются преимущественно дрова и торф, а на некоторых заводах каменные угли.

Газификация дров. Дрова являются очень хорошим топливом для газификации. Значительное содержание легко выделяющихся летучих повышает теплотворную способность газа. Малое содержание золы и серы, тугоплавкость золы и незначительное сопротивление слоя вследствие газификации дров в виде крупных кусков дают возможность получать из дров газ хорошего качества и легко газифицировать дрова даже в примитивных газогенераторах.

К числу недостатков дров следует отнести высокую влажность; уменьшение влажности дров возможно путём предварительной просушки.

Дрова газифицируют либо в виде поленьев, либо в виде щепы. На большинстве стекольных заводов дрова газифицируют в

виде поленьев различной длины в самодувных кирпичных прямоугольных газогенераторах (хотя газификация дров возможна в газогенераторах различных конструкций). Лишь в отдельных случаях в кирпичных газогенераторах установлено искусственное дутьё.

На рис. 9 показан самодувный газогенератор для газификации дров.

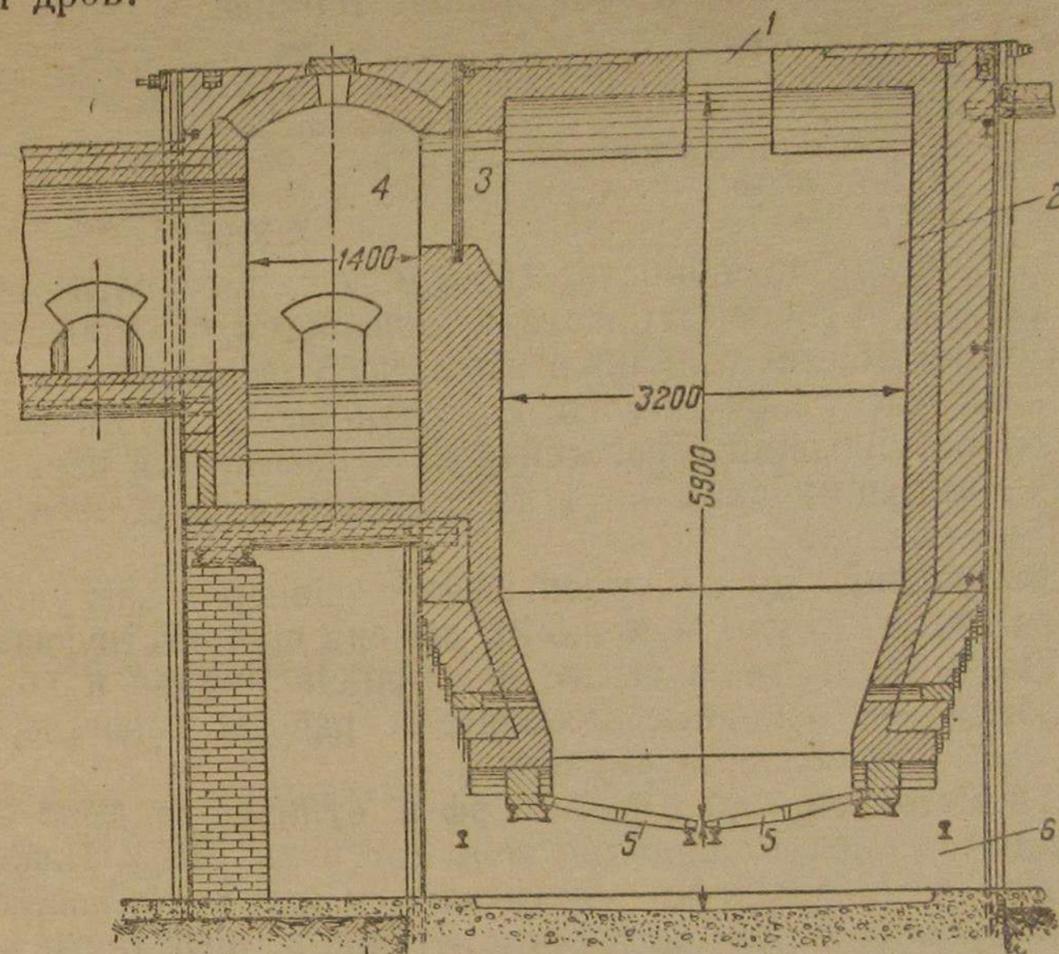


Рис. 9. Самодувный газогенератор для газификации дров

1—загрузочное отверстие; 2—шахта газогенератора; 3—отвод газа; 4—газосборник; 5—горизонтальная колосниковая решётка; 6—поддувало

Генератор прямоугольный, внутренняя высота его около 6 м, ширина около 3 м. Значительная высота генератора объясняется тем, что при газификации дров высота слоя топлива колеблется от 4 до 7 м. Вследствие значительной ширины газогенератора горизонтальная колосниковая решётка сделана двойной. Загрузка дров производится через верхнее отверстие.

Получаемый в газогенераторе газ отводится через газоотводящий канал в коллектор, откуда поступает в газопровод для подачи в печь. В канале установлен шибер, позволяющий выключать генератор. Основные показатели работы самодувного газогенератора (производительность, состав газа и его тепло-

творная способность), зависят от размеров газогенератора, влажности топлива, крупности его и качества обслуживания газогенератора.

В зависимости от изменения указанных факторов количество дров, которое может быть прогазифицировано в 1 час, считая на 1 м² сечения шахты, колеблется от 100 до 200 кг.

Средний состав газа при дровяном топливе:

окиси углерода	28	—29,5%
водорода	12,5	—13%
метана	2,5	—3%
тяжёлых углеводородов	0,4	—0,5%
углекислоты	5,5	—7,0%
азота около	49,0	0%

Теплотворная способность газа может достигать 1300 — 1500 ккал/м³. Температура газа колеблется от 100 до 300°.

При газификации топлива в газогенератор поступает только часть воздуха, необходимого для полного горения топлива. Воздух, поступающий в газогенератор, называется первичным. При газификации дров на 1 кг топлива расходуется от 0,7 до 1,2 м³ воздуха.

Путём подвода дутья, уменьшения размеров загружаемого топлива (распиловкой и колкой), выбора соответствующей высоты газогенератора, а также подсушкой топлива и хорошим обслуживанием основные показатели работы газогенератора могут быть значительно улучшены.

Газификация торфа. Торф в отличие от дров содержит значительное количество золы (от 6 до 12%). Плавкость торфяной золы различна — встречаются как тугоплавкие, так и легкоплавкие золы. Содержание летучих в торфе также весьма значительно. Как и дрова, торф содержит значительное количество влаги.

Газификация торфа производится в генераторах различных конструкций. На некоторых стекольных заводах производят газификацию смеси дров торфом в самодувных газогенераторах. Применяются также прямоугольные генераторы с крышеобразной решёткой и с дутьём. Получаемый неочищенный горячий газ направляется непосредственно к печам.

На некоторых стекольных заводах (Гусь-Хрустальный, Горьковский завод) для газификации торфа установлены газогенераторы со швельшахтой (рис. 10).

Газогенераторная установка работает с мокрой очисткой газа и улавливанием смол.

Генератор имеет две шахты — нижнюю, в которой расположены зоны высоких температур, и верхнюю — так называемую швельшахту. Нижняя шахта высотой около 4,4 м и

диаметром 3 м футеруется огнеупорным кирпичом, верхняя — диаметром 2,2 м и высотой около 4 м — не футерована.

Во всю высоту зоны высоких температур, для предупреждения приваривания шлаков к футеровке, имеется водяная рубашка. Газогенератор имеет вращающуюся решётку. В центре чаши имеется особая колонка, состоящая из ряда колец, уложенных друг над другом; в зазоры между ними подается паровоздушное дутьё. Борьба со шлакованием производится путём регулирования добавки к дутью пара.

Получаемый газ поступает в коллектор, затем в смолоочистные аппараты, откуда он идёт в скрубберы и далее к печам.

Основные показатели работы газогенератора в значительной мере зависят от качества торфа, его влажности и зольности.

При торфе хорошего качества, с влажностью не выше 40%, состав газа колеблется в следующих пределах:

окиси углерода	23,5	—28,0%
водорода до	15,0	0%
метана	2,5	—2,9%
тяжёлых углеводородов до	0,5	0%
углекислоты	7,0	—9,5%
кислорода до	0,2	0%
азота	47,0	—48,5%

Теплотворная способность 1300 — 1500 ккал/м³.

При влажности торфа выше 40% нормальное протекание процесса весьма затруднено.

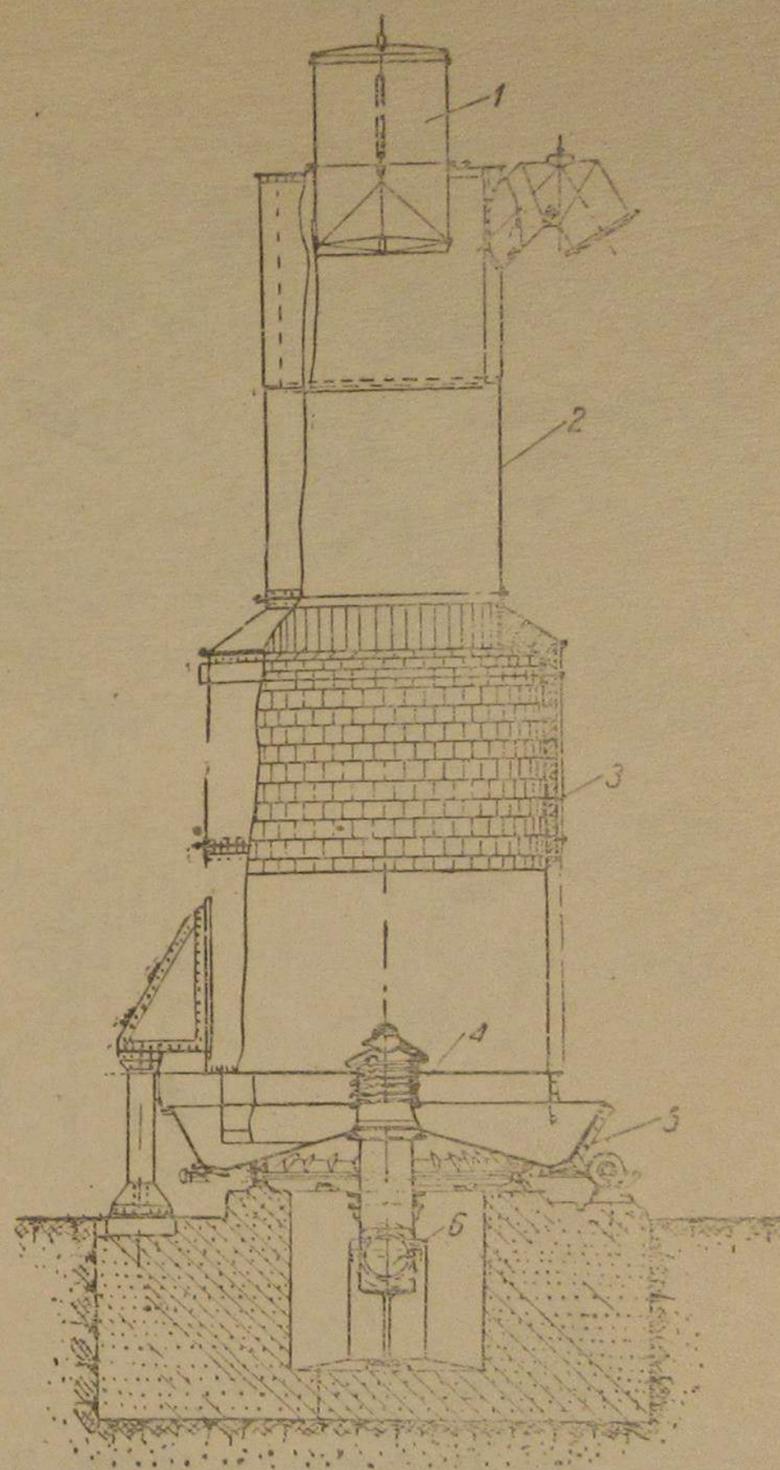


Рис. 10. Газогенератор со швельшахтой для газификации торфа

1—загрузочная коробка; 2—швельшахта; 3—нижняя шахта; 4—колосниковая решётка; 5—чаша; 6—подвод воздуха

Температура выхода газа 100—120°. Количество первичного воздуха 0,7—1,2 м³ на 1 кг топлива.

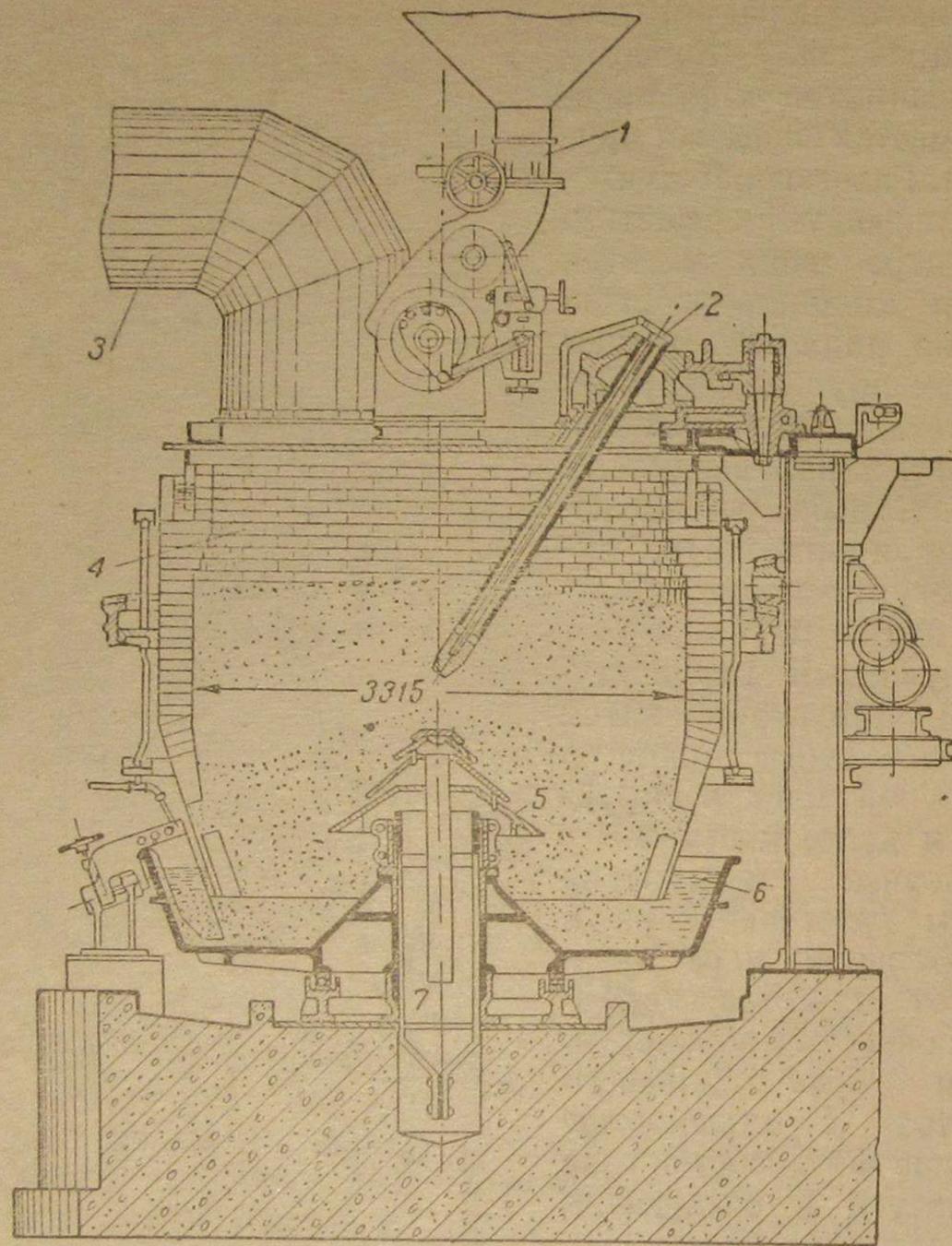


Рис. 11. Газогенератор типа Вельмана для газификации каменного угля

1—автоматический питатель; 2—шуровочный лом; 3—отвод газа; 4—шахта газогенератора; 5—колосниковая решётка; 6—чаша; 7—подвод воздуха

Газификация каменного угля. Свойства каменных углей, применяемых для газификации, весьма разнообразны. Содержание и характер золы и спекаемость кокса меняются в зависимости от марки угля.

Содержание летучих в углях, применяемых для газификации, весьма значительно.

Для газификации каменного угля применяют газогенераторы различных конструкций.

На стекольных заводах установлены газогенераторы с вращающимися решётками—в частности системы Керпели и Вельмана.

Обычно, вследствие высокой температуры газа, удаление пыли и сажи производится путём сухой очистки.

Интересным по устройству является газогенератор Вельмана, значительно облегчающий условия труда обслуживающего персонала (рис. 11).

Генератор полностью механизирован, в нём вращается не только колосниковая решётка, но и шахта. Загрузка топлива автоматическая. Шуровка топлива и разравнивание слоя производится особым шуровочным ломом, который непрерывно качается. Так как шахта всё время вращается, всё сечение газогенератора обслуживается ломом. Крышка газогенератора и лом имеют водяное охлаждение. Ломка и удаление шлаков производится вращающейся решёткой и специальным шлаковым ножом.

Вследствие вращения шахты отвод газа производится через газоотводящую трубу, установленную на крышке газогенератора.

Диаметр газогенератора 2410 мм; высота слоя топлива и шлака 700—900 мм.

Температура выходящего газа 600—700°.

Примерный состав каменноугольного газа:

окиси углерода	25%
водорода	13,0%
метана	3,0%
тяжёлых углеводородов	0,5%
углекислоты	4,5%
кислорода	0,2%
азота	52,0—54,0%

Теплотворная способность газа 1250—1400 ккал/м³ газа
Количество первичного воздуха 1,5—2,6 м³ на 1 кг топлива

4. Влияние свойств топлива на процесс газификации

Работа газогенератора и качество получаемого газа зависят не только от типа газогенератора, правильного его обслуживания и регулирования процесса газификации, но и от свойств применяемого топлива.

Значительное влияние на ход процесса газификации оказывает содержание в топливе балласта—влаги и золы, раз-

меры кусков топлива, а также некоторые свойства, которые появляются при его нагревании.

Из видов топлива, применяемых в газогенераторах стекольной промышленности, дрова и торф содержат значительное количество влаги.

При высокой влажности топлива зона подсушки занимает больше места. Поступающий из зоны газификации горячий газ подсушивает топливо, вследствие чего температура газа резко понижается. Кроме того, газ насыщается влагой, что в некоторых случаях оказывает вредное влияние на работу печей.

Если нет возможности увеличить высоту слоя в газогенераторе, то увеличение зоны подсушки идёт за счёт уменьшения раскалённой зоны. В этом случае ухудшается состав газа вследствие того, что процессы в зоне газификации не успевают пройти полностью, и газ содержит значительное количество углекислоты, а в случае применения паровоздушного дутья — и водяного пара.

Кроме того, возможно такое понижение температуры газа, при которой начнётся выпадение в виде жидкости (конденсация) водяных паров в верхних частях слоя топлива, что значительно ухудшает процесс газификации.

Для удовлетворительного протекания процесса газификации влажность топлива не должна превышать известного предела (40—45%).

Вопросы зольности топлива в газогенераторах стекольной промышленности существенны при газификации торфа и каменных углей, так как в дровах золы очень мало и она тугоплавка.

При недостаточно высокой температуре и большом содержании золы происходит плавление её, причём она обволакивает топливо. Кроме того, возможно образование больших комьев шлака, что вызывает неравномерное распределение дутья по сечению газогенератора, а также приплавление шлака к футеровке и разъедание последней.

Как указывалось, устранение приваривания шлака к футеровке достигается устройством охлаждающих кожухов. Для уменьшения же влияния плавкости золы на ход процесса газификации к дутью добавляют такое количество пара, которое даёт возможность понизить температуру в зоне газификации до пределов, допустимых без ущерба для процесса.

Понижение температуры в зоне газификации при увеличенном подводе пара происходит вследствие того, что некоторое количество тепла расходуется на разложение пара.

Значительную помощь оказывает также ручная шуровка, при

помощи которой разбивают комья шлака. Дробление шлаков производится также вращающимися решётками.

Для успешного хода процесса газификации большое значение имеет величина кусков топлива и однородный их размер.

Чем крупнее куски топлива, тем медленнее идёт газификация. При уменьшении размеров кусков процесс газификации идёт быстрее, благодаря увеличению поверхности соприкосновения топлива с газами. Поэтому высота слоя топлива зависит от его крупности: при крупном топливе слой высокий, а при мелком — низкий.

Применение мелкого топлива вызывает необходимость повышения давления дутья вследствие повышения сопротивления движению газов.

Повышение давления дутья, в свою очередь, может служить причиной образования прогаров и шлакования топлива.

Наличие в топливе неоднородных по размерам кусков затрудняет равномерность распределения топлива по сечению шахты, что также может служить причиной образования прогаров вследствие неравномерного подвода дутья.

Кроме того, крупные куски могут дойти до колосников, не успев полностью прогазифицироваться, вследствие чего возможно повышение потерь с выгребом золы и шлаков.

В зависимости от типа газогенераторов и вида применяемого топлива в каждом случае должна устанавливаться наиболее целесообразная крупность кусков.

Следует ещё отметить влияние на процесс газификации содержания в топливе летучих и спекаемости кокса.

Выделяющиеся из топлива летучие состоят из газов и паров смолистых веществ.

Теплотворная способность летучих выше, чем теплотворная способность газа, получаемого в нижней части генератора; поэтому при повышении содержания летучих общая теплотворная способность газа повышается.

Характер содержащихся в топливе летучих и их количество может оказать влияние как на конструкцию газогенератора, так и на процесс газификации.

Сильное спекание кокса, с его размягчением и образованием сплошной спекшейся массы, ухудшает условия распределения газов, так как образование значительных комьев кокса способствует образованию в отдельных местах прогаров. Такие явления наблюдаются у некоторых сортов каменных углей.

Для улучшения условий газификации такого топлива необходима усиленная шуровка слоя топлива или добавка к нему некоторого количества менее спекающегося топлива.

III. ОСНОВНЫЕ УСЛОВИЯ НОРМАЛЬНОЙ РАБОТЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРА И КОНТРОЛЬ ЕГО РЕЖИМА

1. Краткие указания по обслуживанию газогенераторов

Нормальная работа газогенераторной установки является основным условием нормальной и бесперебойной работы печей.

Для обеспечения печи достаточным количеством тепла и получения необходимой температуры с наименьшей затратой топлива необходима налаженная и хорошая работа генераторов, позволяющая подавать в печь без перебоев высококачественный газ.

Выполнение указанных условий возможно лишь в том случае, если обслуживающий персонал усвоит и будет точно выполнять правила ведения нормального режима, изложенные в заводских инструкциях.

Для общего ознакомления с основными условиями нормального хода газогенераторов и возможными нарушениями процесса, приводим наиболее существенные элементы работы обслуживающего персонала по правильному ведению газогенераторного процесса, по выявлению и устранению неполадок в работе установки.

До пуска вновь выстроенного или вышедшего из капитального ремонта газогенератора его необходимо тщательно высушить. Сушить газогенератор надо постепенно, так как при быстрой сушке кладки возможно появление трещин.

Приступая к розжигу газогенератора, его необходимо тщательно осмотреть, выявить и устранить все неисправности, чтобы предупредить возможные осложнения в работе установки.

Футеровка шахты и свод должны быть проверены, чтобы установить, нет ли трещин, выпавших кирпичей и хорошо ли очищена футеровка. Следует также убедиться, что газоотводящее окно хорошо прочищено.

Необходимо тщательно осмотреть состояние и крепление колосниковой решётки, поддувала, воздухопровода, а также проверить работу вентилятора и подачу пара и воды.

Должна быть также проверена исправность загрузочных коробок, питателей, пусковой трубы, газопроводов и других частей оборудования (водяных затворов, вращающейся решётки, предохранительных клапанов, устройства для осушки и очистки газа и т. д.).

Следует также проверить, нет ли в самом генераторе посторонних предметов, которые впоследствии могли бы сломать отдельные части вращающейся решётки. Необходимо озаботиться подготовкой нужного инструмента (шуровочных штанг, лопат, ломов), а также достаточного количества топлива.

После того как все неисправности будут устранены, приступают к розжигу, который производится следующим образом. В генераторах с вращающейся решёткой покрывают решётку шлаковой подушкой высотой 200—300 мм, чтобы предохранить решётку от прогара. Для уплотнения шлака решётку на некоторое время приводят во вращение. На шлаковую подушку укладывают слой легко воспламеняющегося материала, а затем слой дров в 250—300 мм.

Розжиг дров производится одновременно в нескольких местах, причём надо следить, чтобы дрова разгорались равномерно.

Давление вверху генератора при розжиге должно быть положительным. Если газогенератор работает на дровах или на торфе, то по мере разгорания топлива увеличивают загрузку до надлежащей высоты слоя; после чего заполняют водяные затворы водой и пускают дутьё.

Если же газогенератор работает на каменном угле, то на слой горящих дров желательнее загрузить некоторое количество кокса и после получения достаточно раскалённого слоя начинают загрузку грохоченого угля, предварительно залив водяные затворы и пустив дутьё.

По мере повышения слоя топлива усиливают дутьё и начинают подачу пара.

Поверхность слоя топлива необходимо разравнивать штангой.

При пуске генератора следует помнить, что до тех пор, пока в генераторе не будет достаточного слоя раскалённого топлива и пока не будет получен газ хорошего качества, газ нельзя пускать в сеть, а следует выпускать наружу, через пусковую (выхлопную) трубу или через загрузочную коробку; если на генераторе нет пусковой трубы.

Готовность газа определяют пробой на воспламенение.

Выходящий из шуровочных отверстий газ зажигают, и, если он воспламеняется, можно считать розжиг законченным. Пробу повторяют через 8—10 мин.

Газ может быть пущен в сеть только после проверки лабораторией его качества. Содержание в газе кислорода допускается лишь очень незначительное — меньше 0,4%.

Для определения качества газа применяются специальные приборы, называемые газоанализаторами.

Газоанализатор даёт возможность установить процентное содержание в газе углекислоты, окиси углерода, кислорода, водорода и углеводородов.

При наличии известного опыта качество газа может быть определено по его внешнему виду и по виду его пламени. Газ, полученный из топлива с большим содержанием летучих, имеет желто-бурый цвет и непрозрачен. Если же в топливе летучих мало (антрацит, кокс), полученный газ прозрачен и имеет слегка голубоватый оттенок.

В случае применения топлива с большим содержанием влаги цвет газа беловатый, из-за большого количества водяных паров.

Если зажечь газ, выходящий из шуровочного отверстия, то по цвету пламени можно судить о содержании в топливе летучих. Пламя газа из топлива со значительным содержанием летучих — жёлтое; при наличии в газе большого количества сажи газ горит тёмным пламенем с искрами.

Газ из топлива с незначительным содержанием летучих горит более прозрачным пламенем с золотистым отливом.

Перед пуском газа в сеть (как после розжига газогенераторов, так и в том случае, если коллектор, газопровод или часть газоподводящей сети находились на чистке или ремонте и заполнены воздухом, а также во всех случаях, когда можно предполагать наличие воздуха в газоподводящей сети), во избежание образования взрывчатой смеси газа с воздухом, которая может взорваться при поджигании, воздух из сети должен быть предварительно удалён.

Способы продувки газопроводов и вытеснения из них воздуха уточняются особыми правилами.

Для получения газа хорошего качества без значительных колебаний состава, следует загружать топливо часто и небольшими порциями. Загрузка должна производиться достаточно быстро.

Необходимо следить, чтобы высота слоя топлива в генераторе не была ниже установленного предела.

Высота слоя зависит от вида топлива и его качества; при газификации влажного топлива высота слоя зависит от содержания в топливе влаги.

Несвоевременная загрузка топлива влечёт за собой умень-

шение толщины слоя и ухудшение качества газа. При длительной задержке загрузки возможно образование прогаров. Общая высота слоя топлива в генераторах для дров колеблется от 3 до 7 м; для торфа от 3 до 7 м; для каменного угля от 0,6 до 1,7 м.

Для определения общей высоты слоя топлива замеряют штангой расстояние от крышки генератора до верхнего уровня топливного слоя. Чтобы судить о ходе генераторного процесса необходимо периодически производить замер высоты отдельных зон в генераторе. Замер также производится штангой, которую опускают на некоторое время в генератор до уровня колосниковой решётки. По накалу отдельных частей штанги судят о высоте отдельных зон, а также о высоте слоя золы.

Для различных видов топлив высота отдельных зон колеблется в следующих пределах:

высота тёмного слоя для каменного угля составляет	300—500 мм
» раскалённого слоя для торфа составляет	300—2500 »
» » » каменного угля »	300—1000 »
» слоя золы (для дров, торфа и каменного угля)	100—300 »

Загружаемое топливо необходимо тщательно разравнивать по всей поверхности газогенератора. Кроме того, для создания благоприятных условий для движения воздуха и газа необходимо своевременно дробить образующиеся комья спекшегося топлива и шлака, заделывать прогары и устранять имеющиеся в отдельных местах слоя каналы, через которые прорывается воздух.

Для выполнения этих операций производят шуровку, которая даёт также возможность удалять шлак, приваривающийся к стенкам генератора.

Шуровка является весьма серьёзной операцией и должна производиться очень тщательно и без перебоев.

Регулярное питание генератора топливом, поддержание постоянной высоты слоя и отдельных зон и тщательная шуровка обеспечивают получение хорошего газа и, следовательно, нормальную работу печи.

Во время работы необходимо строго следить за тем, чтобы вверху газогенератора было положительное давление; в противном случае возможен засос воздуха в генератор, воздух вместе с газом может образовать взрывчатую смесь.

Если открыть смотровые отверстия, то при положительном давлении газ будет выбивать наружу.

Понижение давления может произойти при повышении сопротивления слоя топлива. В этом случае повышение давления

в газогенераторе может быть достигнуто путём устранения причины, вызвавшей повышение сопротивления слоя.

Кроме того, в газогенераторах с искусственным дутьём повышают давление в верху газогенератора, усиливая давление дутья.

В самодувных генераторах и в случае нехватки дутья для получения положительного давления в верху генератора приходится уменьшать подачу газа в сеть.

Регулирование подачи дутья производят при помощи шибер-а, установленного на воздуховоде.

При регулировании давления необходимо следить, чтобы оно не подымалось выше определённых пределов, во избежание усиления шлакования и прогаров, увеличения уноса и выбивания газа через отверстия.

В число обязанностей обслуживающего персонала входит также регулирование подвода пара, в том случае, если для дутья применяется паровоздушная смесь.

Добавка пара должна быть отрегулирована таким образом, чтобы не было сильного шлакования генератора. Однако надо остерегаться чересчур большой добавки пара, так же как и слишком малой добавки.

При избыточной добавке пара сильно снижается температура раскалённой зоны, ухудшается качество газа и понижается производительность газогенератора.

При недостаточной добавке пара температура раскалённой зоны резко повышается, что вызывает сильное шлакование, порчу футеровки и ухудшение работы газогенератора.

О количестве пара судят по температуре паровоздушной смеси. Чистка колосниковой решётки от золы и шлаков должна производиться систематически. В газогенераторах с неподвижной колосниковой решёткой перерыв между чистками составляет от 4 до 8 час. Следует учесть, что чистка несколько влияет на ход генератора; чтобы не усиливать вредного влияния чистки, надо удалять золу и шлаки своевременно.

При работе нескольких генераторов, удаление золы и шлаков следует производить в определённой очерёдности, что уменьшает влияние чистки на работу печей.

В генераторах с искусственным дутьём при мокром удалении золы и малом шлаковании (при наличии водяного затвора) чистку можно производить на ходу, не выключая дутья; при сухом удалении золы на время чистки дутьё выключают.

Если во время включения дутья в коллекторе наблюдается высокое положительное давление, следует принять соответ-

ствующие меры против возможного выбивания газов через открытый зольник.

В газогенераторах с вращающейся решёткой удаление золы и шлаков производится механически.

К вспомогательным операциям по обслуживанию относится чистка гидравлических затворов, имеющих в различных местах газогенераторной установки. Во избежание засорения затворов очистку их следует производить систематически и аккуратно.

Остановка газогенератора может быть длительной и кратковременной. При длительных остановках самодувные генераторы для дров и торфа пускают обычно на «прогар».

В газогенераторах, снабжённых дутьём, для остановки генератора соединяют его с атмосферой, для чего открывают выхлопную трубу (свечу), отключают газогенератор от коллектора, выключают дутьё и дают заглохнуть газогенератору. При ступенчатой решётке можно приступить к выгрузке топлива путём выемки ступеней решётки, не ожидая пока генератор остынет.

В случае кратковременной остановки соединяют газогенератор с атмосферой, открыв выхлопную трубу (свечу) и отключают газогенератор от коллектора.

Если в газогенераторе нет выхлопной трубы, газ выпускают через шуровочные или загрузочные отверстия. В этом случае выходящий газ следует зажечь, в противном случае возможно отравление обслуживающего персонала. Дутьё прекращают и открывают клапан, подающий воздух в газогенератор из атмосферы (клапан естественной тяги).

Чтобы поддержать генератор и не дать прогореть топливу, периодически производят загрузку небольшого количества топлива.

При остановке генератора и отключении его от сети, из коллектора и газопроводов должен быть удалён газ, во избежание образования взрывчатой смеси газа с воздухом.

Способы продувки газопроводов и удаления из них газа уточняются специальными правилами.

Для очистки от сажи, пыли и смолы газопроводов в газогенераторных установках, в которых очистка газа не производится, отключают все генераторы и путём соответствующей продувки освобождают газопровод от газа. После этого соединяют газопровод с дымовой трубой и открывают люки и лазы для чистки. При наличии в газопроводах пыли или сажи, продувают газопровод струёй пара или воздуха на дымовую трубу или очищают скребками, удаляя сажу и пыль через люки.

Если в газопроводе накопилась смолистая масса (при смолистом газе), её можно удалить выскрёбыванием и прожигом каналов; прожиг можно производить только в том случае, если газопровод футерован огнеупорным кирпичом.

Прожиг начинают на участке, расположенном ближе к дымовой трубе, закрывая люки на очищенных участках и подвигаясь постепенно по длине газопровода, очищая все люки, клапаны и т. д.

Как уже указывалось, перед пуском газа в сеть после чистки, во избежание образования взрывчатой смеси, воздух из сети должен быть удалён продувкой.

Неудовлетворительное обслуживание газогенератора, применение топлива весьма низкого качества, а также ряд других причин могут вызвать значительное ухудшение работы генератора.

При этом возможны колебания температуры газа, ухудшение его качества и повышение содержания горючих в шлаке.

Производя анализ газа и определение содержания горючих в шлаке, измерение температуры и давления газа и дутья, получают характеристику работы генератора.

К числу признаков, которые могут быть выявлены осмотром и простыми измерениями, относятся вид газа и его пламени, давление газа, накал поверхности топлива, высота слоя топлива и отдельных зон.

Неудовлетворительные показатели работы в основном могут быть получены при горячем и холодном ходе газогенератора, а также при его зашлаковывании.

При значительном понижении слоя топлива, которое может быть следствием несвоевременной загрузки, наблюдается горячий ход генератора.

При горячем ходе получаемая в зоне газификации углекислота не может перейти в окись углерода, вследствие чего в газе образуется много углекислоты и мало окиси углерода. Вследствие сокращения или отсутствия зоны сухой перегонки газ не обогащается продуктами последней. Температура выходящего газа значительно повышается, накал поверхности топлива увеличивается, а выходящий из шуровочных отверстий газ иногда загорается без спички.

Для устранения горячего хода и налаживания нормальной работы газогенератора необходимо уменьшить дутьё, загрузить одну-две коробки топлива и весьма тщательно прошуровать генератор.

После этого начинают постепенно повышать слой топлива и после доведения его до нормальной высоты следует отрегулировать и паровоздушное дутьё.

При неравномерном распределении топлива по сечению генератора, что может произойти при повреждении конуса загрузочной коробки, слой топлива в одних местах будет выше, а в других ниже.

Разная высота слоя топлива может быть также следствием неравномерной высоты шлаковой подушки.

При разной высоте слоя воздух преимущественно проходит в тонкой части слоя; вследствие усиленного горения в этой части образуется прогар и ухудшается состав газа. В тех местах генератора, где слой высокий, ухудшится газообразование, вследствие недостатка воздуха, что вызовет понижение производительности генератора.

Для устранения прогара следует уменьшить подачу дутья, тщательно прошуровать газогенераторы, выровнять шлаковую подушку и поверхность топливного слоя.

Причиной прогаров может также являться значительное содержание в топливе мелочи и неравномерность кусков топлива.

Обычно при загрузке топлива крупные куски скатываются к стенкам, а в центре генератора образуется столб мелкого топлива, через который воздух проходит с большим трудом; у стен же воздух проходит легко, вследствие чего образуются прогары. Для устранения прогара поступают так же, как в предыдущем случае.

При большом количестве золы и её легкоплавкости шлаковая подушка возрастает, а в некоторых случаях зола приваривается к стенкам. Повышение шлаковой подушки также вызывает горячий ход генератора. Нормальная работа генератора в этом случае достигается тщательной и частой шуровкой и своевременным удалением шлаков из золы.

В некоторых случаях повышение шлакования вызывается недостаточной подачей пара. В этом случае доставку пара следует отрегулировать.

При значительном понижении дутья наблюдается холодный ход газогенератора, при котором понижается производительность газогенератора, падает температура и ухудшается состав газа.

Основными причинами, затрудняющими доступ воздуха в газогенератор, может быть неисправность вентилятора, засорение воздухопровода, шлакование колосниковой решётки, засорение газопровода и утечка воздуха.

В каждом случае необходимо выявить причину понижения дутья и устранить её; при засорении воздухопровода или газопровода — произвести очистку их, при плохой работе венти-

лятора — устранить имеющиеся дефекты, при зашлаковании — очистить решётку и т. д.

Холодный ход генератора может также являться следствием избыточной подачи под колосники пара, что вызовет понижение температуры газа и ухудшение его качества вследствие охлаждения зон.

В этом случае количество пара необходимо уменьшить.

Температура вверху генератора может также резко понизиться при высоком слое очень влажного топлива; в этом случае выделяющиеся влага и смола затрудняют прохождение газа. Необходимо отрегулировать загрузку таким образом, чтобы температура наверху повысилась до 100 — 110°.

В некоторых случаях причиной холодного хода генератора является излишний выгреб золы и шлаков. При этом шлаковая подушка сползает в водяной затвор и тухнет, что вызывает падение производительности генератора и ухудшение качества газа.

При опускании зоны горения на колосниковую решётку в шлаке имеются несгоревшие куски топлива и, кроме того, сильно портится колосниковая решётка. В этом случае необходимо временно прекратить удаление золы.

Как было указано, при горячем ходе газогенератора и легкоплавкой золе наблюдается усиленное шлакование, которое вредно отражается на ходе газогенераторного процесса и на устойчивости футеровки.

Значительное уменьшение шлакования достигается увеличением в допустимых пределах подачи пара, тщательной шуровкой и сохранением нормального режима.

2. Контроль режима газогенераторов

Для обеспечения нормального процесса газификации в газогенераторах необходимо всегда знать основные показатели их работы. Это даёт возможность немедленно вносить нужные исправления в режим работы газогенераторов.

Основные показатели работы устанавливаются путём организации контроля за ведением процесса газификации.

В заводских инструкциях по работе газогенераторов должны быть указаны нормальные условия газификации, при которых на данном газогенераторе и применяемом топливе могут быть получены наиболее высокая производительность и постоянный по составу и теплотворной способности газ.

Материалы периодических наблюдений, получаемых при контроле, дают возможность поддерживать нормальный режим работы.

Не останавливаясь на описании приборов, применяемых для контроля в лаборатории, укажем лишь, какие цели преследуют основные измерения.

Измерение температур паровоздушной смеси даёт возможность по специальным таблицам установить количество содержащегося в смеси водяного пара.

Температура газа и содержание в газе углекислоты дают возможность установить наличие прогаров, присоса воздуха и т. д.

Для суждения о сопротивлениях слоя топлива, наличии зашлакований и т. д. производят определение давления воздуха под колосниками и газа вверху газогенератора.

Измерение давления газа на различных участках даёт возможность выяснить величину сопротивления прохождению газа на этих участках.

Определение состава газа даёт возможность установить процентное содержание в газе углекислоты, окиси углерода, кислорода и других составных частей. По содержанию первых трёх газов можно судить о ходе процесса газификации в генераторе и о наличии ненормальностей, требующих устранения.

Определение состава топлива производится с целью установить содержание в топливе влаги, золы, летучих веществ, серы и кокса, а также теплотворную способность топлива.

При газификации каменных углей важно также знать температуру плавления золы и крупность топлива (размеры кусков).

Для анализа обычно отбирают среднюю пробу топлива, т. е. среднюю смесь нескольких проб, отобранных из разных мест штабеля.

Существуют специальные правила отбора проб для каждого вида топлива.

Определение содержания горючих в шлаке очень важно для характеристики работы газогенератора, так как по содержанию горючих в шлаке часто можно судить о процессе газификации.

Таким образом основными элементами контроля являются:
1. Измерение температур паровоздушной смеси и газа. 2. Определение давления воздуха и газа. 3. Определение состава, количества и теплотворной способности газа. 4. Анализ топлива и шлака. Кроме того, необходимо вести непрерывный учёт количества газифицируемого топлива.

Элементом контроля, который производит обслуживающий персонал, является замер уровня топлива в шахте (высота слоя и высота отдельных зон). Метод замера был описан выше.

По данным контроля, которые следует заносить в специальный журнал, можно судить о работе газогенераторной установки, а также о качестве обслуживания генераторов и о работе отдельных смен.

IV. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Качество работы газогенераторной установки в значительной мере зависит от правильной организации работы на газостанции и рабочего места отдельных рабочих.

Стахановское движение показало, что одним из решающих условий, обеспечивающих высокие показатели работы, является правильная организация производства и рабочего места.

В специально разработанных инструкциях чётко указаны правила пуска и обслуживания газогенераторов, точно установлены показатели нормального режима газогенераторов, правила по исправлению неполадок, перехода на изменённый режим, правила по технике безопасности и т. д.

Точное выполнение инструкции обеспечивает нормальную и бесперебойную работу газогенераторов и быстрое устранение всех отклонений от нормального режима.

На каждого рабочего должна быть возложена ответственность за порученный ему участок работы.

Необходимо непрерывно и тщательно следить за работой газогенераторов для того, чтобы можно было своевременно обнаружить все возникающие неполадки в работе установки и принимать меры к их исправлению. Кроме непосредственного осмотра необходимо при этом пользоваться показаниями контрольно-измерительных приборов, которые должны регулярно и тщательно проверяться заводским тепlobюро.

Всю работу по обслуживанию и контролю газогенераторов в соответствии с инструкциями ведёт газовщик; он следит за получением удовлетворительных показателей работы и за состоянием газогенераторов и отдельных его частей.

Неудовлетворительная работа отдельной смены, допустившей отклонения от правильного режима газогенераторов, может неблагоприятно отразиться на работе следующей смены, что совершенно недопустимо. Поэтому при сдаче—приёме смены сдающей обязан вместе с принимающим смену ознакомиться с работой газогенератора и отдельных частей оборудования.

О всех неисправностях или ненормальностях в работе газогенераторов, а также о состоянии вспомогательного оборудования и инструментов в предыдущей смене сдающий смену должен поставить в известность принимающего смену.

При наличии отклонений от нормального режима приступающий к работе газовщик в соответствии с инструкцией принимает меры к исправлению неполадок.

При наличии серьёзных неполадок необходимо немедленно сообщить об этом старшему по смене, и поступать согласно его распоряжениям.

Для бесперебойности работы необходимо своевременно обеспечить рабочее место инструментом.

Для получения высокой производительности генератора и хорошего качества газа при длительной работе газогенераторов без перерыва целесообразно организовать работу по бригадному методу. Бригады прикрепляются к отдельным газогенераторам.

Для правильного учёта работы бригады и режима газогенераторов необходимо тщательно поставить учёт и регистрацию показаний контрольных приборов. Все данные учёта должны тщательно записываться в журналы.

Систему оплаты труда необходимо организовать таким образом, чтобы создать стимул к борьбе за повышение всех основных показателей работы установки.

Если один газовщик работает лучше других, лучше приспосабливается к особенностям обслуживания газогенераторов и способствует получению лучших показателей работы, это должно находить немедленное отражение в оплате его труда.

Надо премировать не только отдельных газовщиков, но и целые бригады за улучшение основных показателей работы установки.

Премиальная оплата труда отдельных рабочих и целых бригад, широкий охват соцсоревнованием, всемерное поощрение бригад, вышедших на первое место в социалистическом соревновании обеспечат высокую производительность газогенераторов и высокое качество газа.

Для создания безопасных условий работы на газогенераторных установках необходимо соблюдать ряд правил по технике безопасности.

Администрация завода должна проводить мероприятия по технике безопасности, обеспечивающие полную безопасность работы.

Однако одних мероприятий, проводимых администрацией, недостаточно. Правила, обеспечивающие безопасные и безвред-

ные условия работы, обязательно должны быть усвоены и точно выполняться самими рабочими.

Инструкции, в которых изложены не только все правила по технике безопасности, но и условия нормальной работы газогенераторов и необходимые действия при отклонениях от нормального режима, при авариях и в несчастных случаях должны быть вывешены на газостанции.

Одной из главных опасностей, которой подвергается обслуживающий газогенераторы персонал в случае недостаточно внимательной работы, плохого знания и невыполнения всех указаний по технике безопасности, является возможность отравления окисью углерода.

Содержащаяся в генераторном газе окись углерода весьма ядовита; оказывая вредное действие на организм, она может вызвать отравление и потерю сознания. При остром отравлении возможен даже смертельный исход, если своевременно не будут приняты соответствующие меры.

Присутствие окиси углерода в воздухе иногда обнаруживают после того, как уже началось отравление.

Сильное отравление окисью углерода вызывает головокружение, головную боль и тошноту; в некоторых случаях этому сопутствует потеря способности к передвижению.

Пострадавшего необходимо вынести на свежий воздух, до прихода врача не давать ему засыпать, а в тяжелых случаях давать вдыхать кислород.

Для предупреждения отравления вследствие содержания в воздухе окиси углерода помещение для газогенераторов должно быть снабжено достаточно удовлетворительно действующей естественной или искусственной вентиляцией.

При сокращении ручного обслуживания и применении загрузочных и шуровочных автоматических приспособлений, а также при механизации золоудаления значительно уменьшается опасность отравления генераторным газом.

При ручном обслуживании уменьшение выделения газа достигается путём установки у загрузочных коробок и шуровочных затворов специальных завес.

Для вентиляции здания газогенераторов устраивают достаточно мощные фонари в крышах и окнах или проёмы в стенах.

Для уменьшения возможности выделения газа через неплотности и трещины в различных частях газогенератора необходима достаточная герметичность и плотная подгонка всех частей газогенератора. Генераторы должны быть снабжены

пусковыми трубами, для устранения способности отравления при пуске.

В местах, где предполагается присутствие окиси углерода, должны быть приняты необходимые меры предосторожности (работа в респираторах, постоянное наблюдение за работающими и т. д.)

К весьма опасным явлениям на газостанции следует отнести взрывы газа, которые возможны в случае наличия взрывчатой смеси газа и воздуха и воспламенения этой смеси.

Взрывчатая смесь газа с воздухом образуется в случае проникания атмосферного воздуха в газогенераторную установку, что возможно при работе установки под разрежением.

Для устранения возможности присоса холодного воздуха следует не допускать работы под разрежением и принимать эффективные меры к устранению неплотностей в различных частях установки.

При пуске газа в сеть и при остановке (чистка или ремонт) также возможно образование взрывчатой смеси.

Для устранения опасности взрыва при пуске и выключении продувку газопроводов следует производить паром или дымом.

Подробные указания по продувке должны быть даны в заводской инструкции.

Образование взрывчатой смеси возможно также при попадании газа из газогенератора в воздухопровод; это имеет место при падении давления в воздухопроводе вследствие выключения вентилятора или завала в газопроводе. Образующаяся смесь после пуска вентилятора попадает в генератор и, соприкасаясь с раскалённым топливом, взрывается.

Для предупреждения попадания газа в воздухопровод устраивают обратный клапан, закрывающийся при остановке вентилятора. Кроме того, устанавливают предохранительный клапан в воздушной коробке.

Для предупреждения повреждений и разрушений в случае образования взрывчатой смеси, все предохранительные клапаны должны быть постоянно в порядке, иметь специальные грузы, не заделываться наглухо и не заваливаться. В случае взрыва предохранительные клапаны легко открываются и выпускают продукты, образовавшиеся при взрыве.

Вопросы о возможных взрывах и о мерах их предупреждения, а также все остальные правила техники безопасности при работе на газогенераторах, более подробно освещены в заводских инструкциях.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. Элементарные сведения по топливу и его горению	
1. Краткое введение	3
2. Вещество и его состояние	3
3. Вещества, входящие в состав топлива и продуктов горения	4
4. Основные сведения о топливе	6
5. Горение топлива. Процессы, происходящие при сжигании топлива	11
II. Общие понятия о процессе газификации	
1. Получение генераторного газа и основы процесса газификации	16
2. Устройство газогенераторов	20
3. Газификация дров, торфа и каменного угля	30
4. Влияние свойств топлива на процесс газификации	35
III. Основные условия нормальной работы газогенератора и контроль его режима	
1. Краткие указания по обслуживанию газогенераторов	38
2. Контроль режима газогенераторов	46
IV. Краткие сведения по организации труда и технике безопасности	48

Отв. редактор *В. И. Власов*

Техн. редактор *Л. Я. Панова*

Сдано в произв. 20/II—47 г.

Подписано в печать 12/VII—1947 г.

Объем 3,25 п. л.

Уч.-изд. 3,5 л.

Формат бум. 82×110^{1/2}

Л 105311

Тираж 3000 экз.

Заказ № 2498

1-я типография МПС.